

### INDICE

01. INTRODUCCIÓN	2
02. DEFINICIONES	4
03. ORIGEN	6
04. COMPONENTES	31
05. ACABADOS	52
06. LA FACHADA VENTILADA Y EL CTE	81
07. COMPARATIVA ECONOMICA	95
08. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS FACHADAS VENTILADAS	101
09. PUESTA EN OBRA	106
10. EXPERIENCIA PERSONAL Y PROFESIONAL	113
11. DETALLES COSNTRUCTIVOS	121
12. CONCLUSIONES	134
13. BIBLIOGRAFIA	142
14. AGRADECIMIENTOS	145

### 01. INTRODUCCIÓN

A la hora de afrontar un Proyecto Final de Carrera se deben valorar ciertos criterios.

Para mí, éste, debía ofrecer innovación, debía ser actual, interesante, debía aportar cosas nuevas,... pero lo que más valoré a la hora de sugerir el tema a tratar, sin duda fue el tiempo que estuve trabajándolo en una pequeña constructora. Esa experiencia es la que trataré de transmitir en la realización del presente estudio. Unos conocimientos empíricos que intentaré reflejar por encima de la teoría.

LA FACHADA VENTILADA. Un amplio sistema constructivo que marcará, por encima de cubrir las necesidades de confort, estanqueidad, etc., el aspecto físico del edificio y el camino hacia su apreciación, su evaluación, su calificación, ... no solo de las miradas de entendidos en el tema, sino, también de las del humilde transeúnte.

### 02. DEFINICIONES

### Fachada

“Paramento exterior de un edificio” (*Wikipedia*)

El concepto permite hacer referencia a todos los paramentos exteriores de la construcción pero, por lo general, el término se utiliza para hacer mención a la fachada principal o fachada delantera.

La fachada suele ser la única parte de un edificio que se percibe desde el exterior. Esto hace que se trate de algo muy importante en la arquitectura, ya que es el elemento que expresa las características de la construcción y el estilo de la misma.

Es importante destacar, de todas formas, que las fachadas no sólo cumplen con una función estética, sino que también deben ser funcionales al conjunto de la construcción, actuando como aislante térmico y acústico e impidiendo el ingreso de agua.

### Fachada ventilada

“Sistema constructivo de cerramiento exterior constituido por una hoja interior, una capa aislante, y una hoja exterior no estanca. Este tipo de fachada por lo general permite acabados duraderos y de gran calidad, y ofrece buenas prestaciones térmicas. Es una solución habitual en edificios institucionales y representativos” (*Wikipedia*)

### 03. ORIGEN

Antes de introducirnos en el origen de la Fachada Ventilada, debemos hacer un pequeño repaso de la evolución de la fachada desde sus inicios.

Las fachadas de cada estilo arquitectónico han experimentado grandes cambios a lo largo de la historia tanto en lo que se refiere a su utilidad como soporte como a su aspecto físico. No obstante, los cambios más significativos, han sido de carácter técnico y constructivo.

“Tradicionalmente, la fachada ha sido al mismo tiempo la estructura y el cerramiento del edificio, y por tanto la capacidad de abrir huecos para iluminar, ventilar, o disponer de vistas al exterior ha sido limitada. El desarrollo histórico de la fachada ha sido pues una carrera tecnológica en pos de ampliar estos necesarios huecos.

El tamaño y disposición de los huecos ha estado condicionado fundamentalmente por dos limitaciones: la capacidad para abrirlos y la capacidad de protegerlos” (*Arq. Elder Sebastián Jiménez Rengel Certificado internacional en Elaboración, gestión y evaluación de proyectos*).

La evolución de la construcción y la arquitectura desde los inicios del conocimiento ha sido imparable. Algo que en un principio se planteó como una necesidad, como una manera de protección ante los cambios atmosféricos y de su entorno, se convertiría en la consecución de una mejora de calidad de vida, de confort y acabaría convirtiéndose en lo que conocemos como construcción.



Construcción megalítica

A partir de este punto de salida analizaremos la evolución de la misma, viajando a través de las principales etapas de la historia y viendo como, el legado que han ido dejando periodos anteriores, han influido y han ayudado a ir innovando tanto en soluciones constructivas mejoradas como en nuevos materiales.

Todo esto siguiendo unos principios de búsqueda de satisfacción y cubrir las necesidades dependiendo de la finalidad a la que se iba a destinar la construcción.

Como se puede apreciar en el estudio de *La Construcción en la Prehistoria*, de Manuel Romero Hidalgo, parece imposible generalizar cómo eran las viviendas neolíticas, no sólo su forma y disposición, sino también en cuanto a sus materiales y técnicas utilizadas. De toda manera, habitualmente, se repetirán una serie de principios generales tales como: el suelo apisonado, con arcilla batida (el pavimento de piedra no es usual); la presencia de un hogar, central o lateral y la existencia de una cubierta bardada. Las cubiertas bardadas son unas cubiertas de breve duración, realizadas por materiales perecederos de carácter vegetal (breñas, hierbas, helechos, brezos, paja picada u otros) e incluso boñiga, en ocasiones dispuestos sobre una estructura de apoyo. Precisamente, por el carácter perecedero de estos materiales, se tiene tan poco conocimiento de este tipo de construcciones, que sin embargo pueden deducirse de los actuales, siendo probable que ya desde esta época existieran los tres procedimientos básicos, tan diferentes en estilo y acabado, que hoy existen: la barda simple (sujetada con cuerdas cimbreadas, traviesas de madera o varillas), la barda sobre pértigas (apoyada sobre pértigas transversales y pasando de los aleros al caballete del tejado) y la barda de caballete (fijada por una cuerda trenzada a lo largo del caballete del tejado).

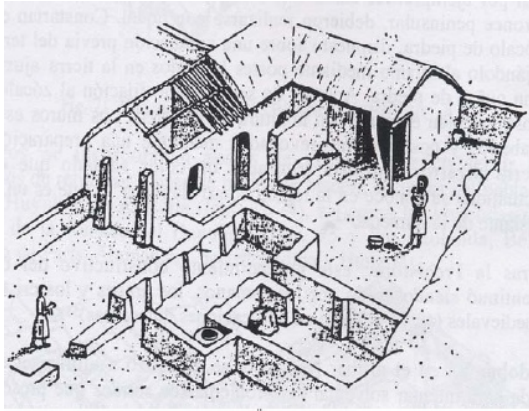
Debemos hablar de la arcilla como el material más utilizado en la construcción neolítica, motivado quizás por la cercanía de los emplazamientos a cauces fluviales. En zonas húmedas y boscosas la madera la suplantó a la arcilla. Mientras la piedra resultó habitual en la construcción funeraria y defensiva desde el Calcolítico (Edad del Cobre), su empleo en la edificación doméstica supondrá un estado más avanzado. Esto refleja la adaptación al medio y el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles en cada momento.

La arcilla es un claro precursor dentro de los materiales utilizados en construcción, en muchos casos de manera casi exclusiva. De hecho, actualmente, en muchas partes del mundo se sigue utilizando. Desde un principio se asociaba la durabilidad del producto a la compacidad de la masa. Por este motivo se le añadía a la mezcla de arcilla y agua ingredientes vegetales como la paja o la hierba. Mediante este proceso, además de conseguir más consistencia, se mejoraba la evaporización de la humedad.

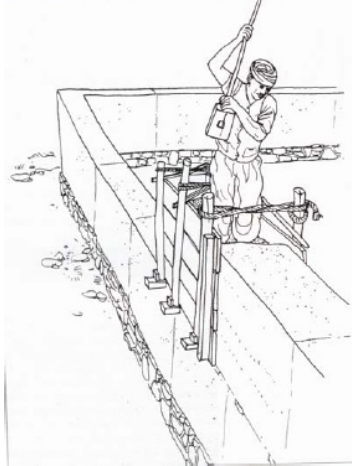
Los pasos de la evolución de la arcilla podrían resumirse como: barro apisonado, adobe y ladrillo.

Antes de investigar el adobe, las construcciones se realizaban con barro apisonado. El poblado de Hassunna, que data del año 6500 a.C. situado en la antigua Mesopotamia, es uno de los ejemplos de viviendas realizadas con la utilización de este tipo de elemento. En estas viviendas se pueden observar dos importantes innovaciones que se seguirían empleando a lo largo de la Historia de la Construcción: una, los bases petreas para aislar las fábricas de la humedad por capilaridad (intentando evitar los problemas de contracción y agrietamiento de las fábricas) y otra, el refuerzo de los muros mediante sistemas apilastrados (solución que aparece en el patio interior de distribución de las habitaciones). Esto nos hace suponer que ya debían utilizarse los encofrados aunque no haya constancia escrita.



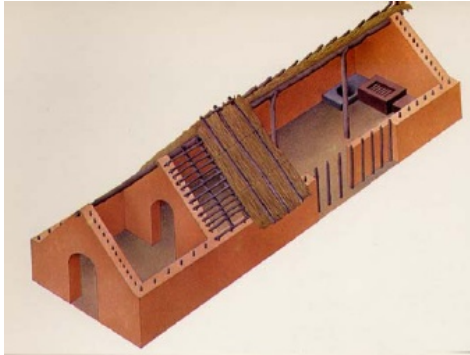


Técnica del barro apisonado de Hassunna

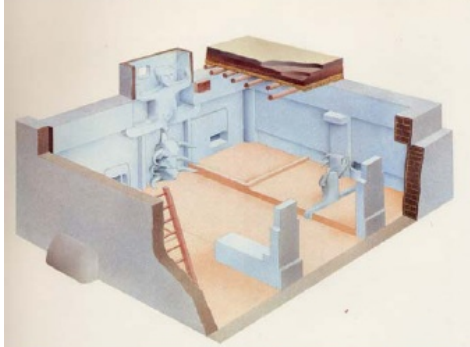


Técnica del tapial

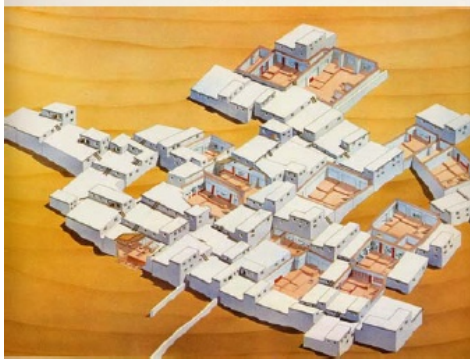
Según el estudio de Manuel Romero, “ya en el primer Neolítico, se comenzó a utilizar el adobe sin duda para intentar solventar los problemas de solidez que presentaba el barro apisonado, debido al lento secado de la masa y a la consiguiente contracción y agrietamiento. Para reforzar las construcciones de adobe se utilizaron dos métodos: aumento del espesor del muro y incorporación de refuerzos de madera, solución a laque simultáneamente se recurre en zonas tan distantes y con tipologías tan diferentes como el poblado de Hatal Huyuk (Anatolia) y las aldeas de la Cuenca del Danubio (actual Holanda, Bélgica, Cuenca de París, Alemania, Checoslovaquia y Hungría). En estas últimas, las viviendas, de larga planta rectangular o trapezoidal (unos 40 m.), constaban de un entramado de hileras de tres o cinco apoyos verticales con otros transversales que se cubrían con ramas y adobes, una estructura –la de estas viviendas– que se reforzaba peculiarmente en los muros del fondo.”



Viviendas del Danubio



Detalle de vivienda de Catal Huyuk



Poblado de Catal Huyuk

La técnica de la invención del ladrillo mediante la cocción del adobe en el mundo de la construcción, se inició en el Próximo Oriente, en los Valles de los ríos Tigris y Éufrates, coincidiendo con el origen mesopotámico. Otras civilizaciones, incluso hasta miles de años después, no utilizarían el ladrillo como material de construcción. Su utilización no aparecerá hasta el dominio romano del Mediterráneo en época imperial.

La piedra, se utilizaba prácticamente de manera exclusiva en construcciones defensivas y religiosas. No llegaría a utilizarse como material constructivo de viviendas hasta mucho más adelante. Las realizadas eran viviendas de mampostería rellenas con rocas de menor tamaño y arcilla entre los huecos. En raras ocasiones se podía revestir esta estructura con arena en su reverso.

Materiales como la caña y la paja se utilizaron durante la Prehistoria como refuerzo de techos, suelos y tapiar muros. Se tiene constancia del uso de la caña reforzando capas de arcilla en las cubiertas desde el siglo XVIII a.C. Por ejemplo, como en las casas de la Hélade, donde la arcilla reforzada con las cañas se colocaba sobre la estructura de maderos sobre las vigas maestras estrechamente espaciados.

Existen regiones en la actualidad donde éste elemento se sigue utilizando como material constructivo, sobre todo del Oriente Próximo (Irán, Irak, etc.). La utilización de la caña se empleó también en la construcción de los muros, formando parte de la estructura del edificio, revistiéndose con arcilla. Desde época neolítica, en zonas de marisma, debieron utilizarse estructuras de cañas enlazadas por juncos y cubiertas con una superestructura de esteras tejidas. “Así eran los zarifes en Mesopotamia, viviendas similares a los establos que se representan en algunos sellos protodinásticos mesopotámicos. Actualmente, en las marismas del Sur de Irak, las casas se sustentan por haces de caña (de 96 a 6 m.). Los entramados de caña también debieron utilizarse desde el Neolítico, conformando los paramentos con barro. Aún hoy se utiliza este sistema en las viviendas del Chad, en África, peculiarmente cónicas y con peldaños para trepar para acceder desde arriba.” (*La Construcción en la Prehistoria de Manuel Hidalgo*)

El empleo de madera en la construcción de viviendas sufrió un gran impulso entre los años 5000 y el 2500 a. C. motivado por una sumersión de tierras sucedidas en la Europa Noroccidental alrededor del año 5000 a. C. Podemos hablar de dos tipologías de cerramientos a la hora de utilizar la madera: el cerramiento de troncos y los muretes de entramado.

“La Arquitectura de la Antigua Grecia es la arquitectura producida por los pueblos de habla griega (pueblo helénico) cuya cultura floreció en la península griega y el Peloponeso, las islas del Egeo, y en las colonias de Asia Menor y en Italia por un período de alrededor del 900 aC hasta el siglo primero dC, con las primeras restantes obras arquitectónicas que datan de alrededor del año 600 aC.” (*Los griegos de la antigüedad. M. Finley*)

Si debemos destacar algo de la arquitectura griega, es la excelencia de sus templos. Gran parte de ellos se encuentran todavía en forma de ruinas e incluso de forma bastante íntegra. La siguiente tipología de construcción destacable es la del teatro al aire libre. Este se ve reflejado allí donde existan vestigios de la cultura helénica. Se pueden empezar a datar a partir del año 350 a. C. Otras formas arquitectónicas de las que podemos encontrar evidencia son la puerta de entrada procesional (propylon), la plaza pública (ágora), rodeada de pisos con columnatas (stoa), el edificio del Ayuntamiento (bouleuterion), el monumento público, la tumba monumental (mausoleum) y el stadium.

Su estilo formal tanto de manera decorativa como estructuralmente es la que define la arquitectura helénica. Un gran estudio de la luz y la iluminación así como un análisis del emplazamiento, a poder ser elevado, permiten que estas edificaciones puedan verse desde varios ángulos. La elegancia de los templos y las edificaciones son concebidas desde un punto de vista escultórico todo enmarcado dentro del entorno que les rodea.



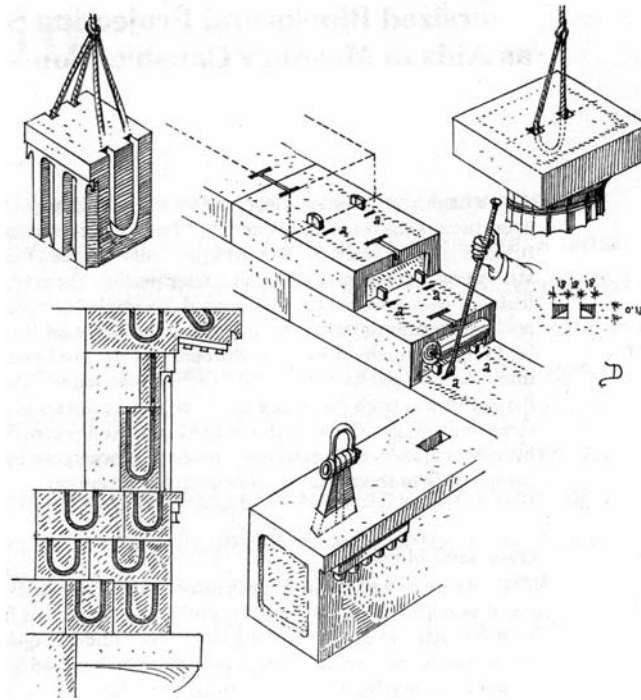
Detalle de pórtico helenístico en Atenas

Materiales como la madera, para estructuras y cubiertas, el ladrillo sin cocer en muros de viviendas, mármol y piedra, como hemos visto con anterioridad, para la construcción de templos y edificaciones públicas, arcilla cocida y metales como ornamentos decorativos, fueron utilizados, entre otros, en la construcción helénica. Estos materiales fueron utilizados por los arquitectos y constructores para todo tipo de edificaciones, ya fuesen religiosos, viviendas, edificios funerarios, edificaciones públicas,... eso si, para las viviendas de las clases más sencillas y humildes, el material más utilizado sería el adobe.

Durante los años 700 a 650 a .C. se introduce un elemento que marcaría un antes y un después en el mundo de la arquitectura, estoy hablando de la aparición de la teja en las cubiertas. Existe documentación de que los restos más antiguos se encontraban en la región de Corinto, Grecia. Éstas fueron sustituyendo progresivamente a los tejados de paja y entramados, expandiéndose rápidamente su uso por todo el Mediterráneo y Asia. En un principio tenían forma de "S" y tenían un gran espesor. Podían pesar cerca de 30 kilos. Eran mucho más costosas, tanto en precio como en producción, que las cubiertas de paja. Aún así, por sus características y propiedades, sustituyeron a las anteriores, sobre todo en templos y edificaciones públicas.

La utilización de tejados de teja, promueve una necesidad de reforzar los muros que en aquel entonces eran de barro y madera. Esta necesidad pasará por la introducción de los muros de piedra para poder soportar el elevado peso de las cubiertas.

Como nota final, cabe destacar que el aspecto general de las construcciones griegas no era como el reflejado actualmente, si no que se pintaban de colores vivos y brillantes.



Métodos de anclaje y colocación de los sillares en los templos griegos

“La arquitectura romana, desde su origen, estuvo en contacto directo con dos culturas arquitectónicas, la etrusca y la etapa helenística del arte griego, y ambas dejaron su impronta en los esquemas romanos.

De los etruscos permaneció, entre otros conceptos, el de la preocupación por las infraestructuras, el recubrimiento de los muros, el uso de las cubiertas de teja y madera y, lo que resultó más decisivo, una actitud muy favorable hacia el uso de los elementos arqueados.

De la cultura helenística, la herencia más importante sería la continuación en el uso de las formas clásicas en general. De ellos heredaron el concepto de orden y modulación como vehículo de consecución del ideal estético, si bien, en Roma éste cumplió una misión puramente estética. Los sistemas constructivos empleados por los romanos fueron radicalmente distintos de los griegos, como más tarde veremos, y la columna perdió su carácter estructural, pasando a ser un elemento puramente ornamental superpuesto a una estructura a base de muros continuos.

En esta época se produjo también una nueva apreciación de la luz, un nuevo uso del color y la aparición de nuevos métodos de ornamentación. Todo ello fue una consecuencia de la tensión latente en el arte y la arquitectura romanos, debida al pretendido intento de hacer convivir el carácter funcional y práctico de los primitivos romanos con el deseo de asimilación de la

estética helenística. Esta tensión hizo aumentar el interés por una arquitectura que, de lo contrario, sólo habría significado una aburrida innovación técnica sin obstáculos.

Cronológicamente, los romanos desarrollaron sus sistemas constructivos entre el siglo II a.C. y los inicios del siglo IV d.C. En este periodo de tiempo, crearon casi todo el repertorio constructivo que se ha mantenido hasta la irrupción de los nuevos materiales en el siglo XIX como es el caso del cemento portland y el acero.

Las grandes ciudades romanas precisaban de una gran variedad de tipologías y soluciones constructivas, que debieron de ser inventadas porque, debido a su gran complejidad, no podían ser resueltas con un sistema con tantas limitaciones como el adintelado.” (*La Construcción Griega y romana, de Rafael Marín Sánchez*)

Como indica Rafael Marín, el inicio de esta revolución viene originada por la invención de un nuevo material cuyas características son comparables a las del hormigón: a este material se le denominará Opus Caementicium. La base de este nuevo material era polvo puzolánico, mortero de cal aérea y guijarros de piedras. Este material fue usado de forma totalmente empírica, es decir, sabían sus cualidades pero no el porqué, y su utilización se generalizó rápidamente por todo el imperio gobernado por los romanos. Hoy sabemos que las propiedades hidráulicas que provoca en el mortero de cal aérea son debidas a su alto contenido en silicatos, aunque en aquella época, debían realizar numerosos ensayos previos que garantizaran la idoneidad del producto.

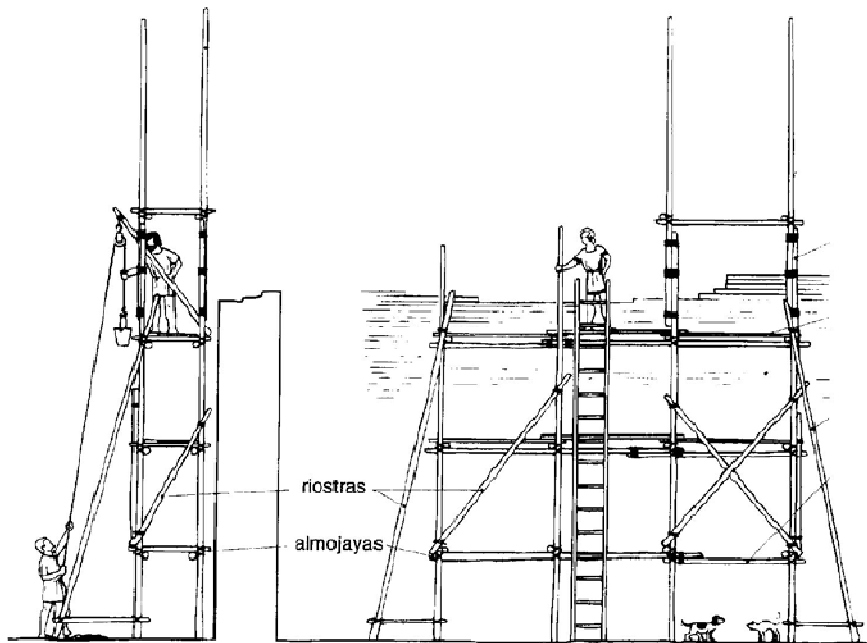
La utilización de la piedra pasaría a un segundo plano como utilización en la construcción motivado por la introducción del citado Opus Caementicium. Su uso pasaría a ser como revestimiento, pavimentos o en bóvedas.

Este tipo de construcciones que en sus inicios se rebozaban con estuco, pasarían a revestirse con ricos acabados como mármol, travertino y rocas volcánicas de la región.

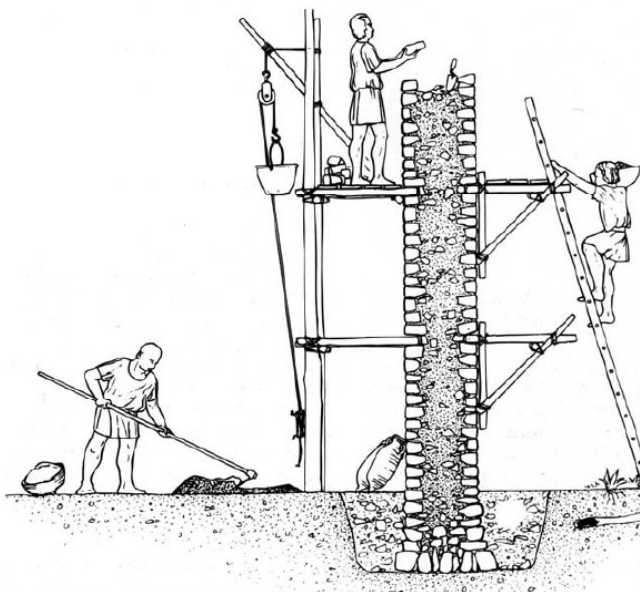
“En la vecindad de Roma disponían de sólidas piedras: toba volcánica de colorante, peperino de vetas grises, piedra caliza de color crema y áspero travertino. Los mármoles exóticos eran importados del este y cuando Augusto abrió las canteras en Carrara (Luni), justo al norte de Pisa, tuvieron a mano cantidades ilimitadas de mármol blanco. También utilizaron el granito y el alabastro y algunos pórfidos en interiores. En épocas posteriores muchos de estos materiales fueron arrancados de los elementos que revestían y reutilizados en otras edificaciones.” (*La Construcción Griega y romana, de Rafael Marín Sánchez*)

El uso del Opus Caementicium, también denominado hormigón romano, mejoró la técnica del emplecton griego para constituir sólidos muros de tres hojas. Este material se utilizaba como relleno de estos muros constituyendo el núcleo estructural del muro y convirtiéndose en el verdadero promotor de los avances tecnológicos producidos durante este periodo. El hormigón romano era bastante diferente en su composición al hormigón actual. El material que se utilizaba como aglomerante era el mortero de cal aérea, cuyos componentes eran la cal grasa, arena y agua. A partir del siglo II a.C., los romanos aprendieron a usar la ceniza puzolánica, un tipo de ceniza volcánica que producía un mortero de gran durabilidad y resistencia.





Esquema de disposición de andamios que se elevan desde el suelo para la ejecución de un muro compuesto



La ejecución del muro comenzaba con la construcción de dos hojas exteriores, que tenían la función de servir como encofrado perdido al relleno de hormigón. Tenían que estar dotadas de una cierta consistencia, que evitase su pandeo como consecuencia del empuje originado durante el relleno y el batido, y también debía servir de acabado superficial, más o menos definitivo, en función de si se quería o no, aplacar o enlucir el muro. Una vez ejecutadas las hojas exteriores, se vertía en seco la mezcla (*opus caementicium*), añadiendo luego el agua, y procediendo al amasado del hormigón. Para permitir el trabajo en altura, se utilizaban andamios, a modo de planchas móviles, sobre travesaños que atravesaban el muro. Para prevenir el asiento desigual entre el relleno y los paramentos exteriores, se realizaban juntas de

espesor considerable entre ladrillos, con un mortero de características similares a las del núcleo interior.

Este sistema vendría a asemejarse al actual encofrado perdido, solo que la función de las capas exteriores formadas por elementos de piedra tallada sería la de, además de hacer la función de contener la mezcla de hormigón en el interior del muro, ofrecer un acabado tanto exterior como interior.

“Debido a la doble influencia etrusca y griega ya referida, los romanos usaron, para el tratamiento de los huecos, tanto las soluciones de tipo adintelado como las soluciones a base de arcos. Con la combinación de arquería y columnata, aparecieron nuevos sistemas de organización caracterizados por la disociación de los elementos de su contexto constructivo y el empleo de la columna y el dintel como elementos de encuadre de las estructuras de arcos portantes. Este esquema llegó a su punto culminante en el Coliseo, donde se empleó por primera vez esta combinación en plantas superpuestas, disponiendo machones con columnas adosadas en lugar de columnas exentas. Por otro lado, dejando de lado los aspectos puramente compositivos, el modo romano de ejecución del muro plantea varios problemas a la hora de definir estos elementos. En primer lugar, es necesario definir las jambas y dinteles median-te refuerzos de piedra o ladrillo, para contrarrestar la concentración de cargas que se originan en los mismos, su mayor exposición al desgaste y también por las características propias del paramento exterior. La solución más habitual es colocar sillares o ladrillos en esos puntos, con lo que, además de definir correctamente la arista, se encajona la fábrica lateralmente.” (*La Construcción Griega y romana, de Rafael Marín Sánchez*)

Cuando eran nómadas, los árabes vivían en jaimas, unas tiendas hechas de pieles de camello que montaban y desmontaban cada día en el curso de sus viajes por el desierto. Este sistema de habitación quedó fuertemente anclado en la mentalidad islámica incluso después de varios siglos de vida sedentaria, lo que se tradujo en un concepto arquitectónico en el que la economía de medios y la rapidez de construcción resultaban más importantes que la monumentalidad.

“La arquitectura islámica recoge, sintetiza y difunde los procedimientos ancestrales de construcción, tanto en estructuras como en técnicas y materiales. El punto de partida es, pues, el creciente fértil, donde había tenido su origen una cultura arquitectónica basada en la explotación de las posibilidades técnicas de materiales deleznales, fundamentalmente del barro. Los muros y las bóvedas de adobe permitían también crear interiores frescos en regiones que, como en las que nació y se difundió el Islam, tienen un clima caluroso. La funcionalidad de la obra es decir, la adecuación de materiales y formas a las necesidades inmediatas, constituyó el criterio rector de toda la arquitectura islámica.” *Tomas Perez, Prof. de Ciencias Sociales, Geografía e Historia*

Para la elección de los materiales de construcción, se dejaba a un lado el popular estilo occidental con la utilización de la piedra y se decantaban por materiales más frágiles como el adobe, la madera y el yeso. Estos materiales, además de ser más económicos, permitían un estilo de construcción más rápido y fácil. Un valor añadido a la construcción islámica es que, utilizando dichos materiales, se consigan unos resultados de grandeza y opulencia como los



que ofrecen sus edificaciones. Estos muros se revestirán de materiales como la cerámica o el estucado los cuales ofrecerán un refuerzo que favorecerá su conservación. Debemos tener en cuenta que estos materiales ofrecerán una dureza y una impermeabilidad que alargará la vida del soporte.

*Tomás Pérez* nos dice en su artículo además que “este sistema de enmascaramiento de estructuras hay que considerarlo otra pervivencia más de las tradiciones beduinas, relacionada con el recuerdo de los tapices y las alfombras con las que decoraban sus jaimas. Las telas ricamente decoradas, las joyas y los cofres en los que se guardaban, constituían la parte más significativa del mobiliario de la vida nómada y el símbolo del poder. Por ello, el sistema decorativo de los paramentos arquitectónicos adoptó los motivos y los esquemas compositivos de la decoración textil, produciendo el efecto de tapices colgados.

El repertorio de técnicas artísticas conoció en el mundo islámico un desarrollo muy importante gracias al contacto con pueblos que, como el chino, el persa o el bizantino, tenían unas tradiciones artesanales muy ricas. La técnica de la cerámica vidriada desarrolló fórmulas tan sofisticadas como a de reflejos dorados o la del alicatado, un sistema de revestimiento del muro que sustituye al mosaico y en el que piezas de formas y colores diferentes encajan entre sí como un rompecabezas, formando diseños geométricos. Estos mismos diseños geométricos los encontramos proyectados en las obras de ataujería (los artesonados de madera, que constituyeron uno de los sistemas de cubiertas más utilizados del mundo hispanomusulmán) o de damasquinado (la técnica que consiste en decorar objetos de bronce o de hierro embutiendo en ellos hilos de metales preciosos).”

Debemos observar que, en el arte del islam, no se representan imágenes. Esto viene motivado por la naturaleza nómada originaria y la inactividad artística, tanto escultórica como pictórica. Por el contrario, cabe destacar la grandeza de su poesía, de su literatura, donde, las referencias a la naturaleza, a la belleza, a las imágenes, es un referente constante.



Debemos adjudicar el estilo de arquitectura islámico a la mezcla de la influencia de las culturas conquistadas. La ausencia de este estilo propio y el amplio alcance de las regiones conquistadas originarán una asimilación y una sistematización que le otorgará un estilo universal. *Tomás Pérez* nos ofrece en su artículo sobre *El Arte Islámico* los rasgos principales que pasamos a destacar ahora:

- La altura de los edificios suele ser escasa, siendo una constante la armonía e integración del edificio en el paisaje circundante. Los orígenes geográficos del islam y el sentido religioso de su arte condicionan este factor: el desierto impone la horizontalidad y el primitivo nomadismo de los beduinos árabes, la preferencia por edificios de escasa envergadura (jaimas que se montan y transportan con suma facilidad).
- El edificio más importante es la mezquita, centro de reunión y oración de la comunidad de creyentes (Umma). También se construyen palacios, mausoleos, medersas, etc.
- Los materiales que se usan con mayor frecuencia son el ladrillo o el mampuesto, el yeso, la madera y, en menor medida, la piedra por sus mayores exigencias técnicas y constructivas.
- La arquitectura no muestra un gran interés por los problemas constructivos; los edificios suelen inscribirse en volúmenes cúbicos en los que destacan las semiesferas de sus cúpulas y las altas torres o minaretes de sus mezquitas.
- La columna y el pilar mantienen su función como soporte, pero dada la ligereza de las techumbres de madera, generalmente son delgadas.
- Utilizan una gran variedad de cubiertas abovedadas: cúpulas, bóvedas de crucería, gallonadas, caladas, etc.
- Del arte visigótico español toman el arco de herradura que, más tarde, se extenderá por todo el mundo islámico. Otras variedades con un marcado carácter decorativo son: arcos polilobulados, de herradura, apuntados, etc. También es característica la dicromía de las dovelas.
- Destaca su profundo gusto por la decoración interior que, con frecuencia, no se talla en la piedra misma, sino en placas de piedra de escaso grosor o de yeso, que se aplican después sobre el muro. El gusto por la policromía hace que las formas decorativas de los tableros de yeso se realcen con vivos colores y que se conceda un papel muy importante a la cerámica vidriada. La madera es también un elemento valioso, enriquecida con temas menudos y delicados.
- La decoración musulmana es de tipo anicónica y antinaturalista. Salvo en algunas escuelas, se excluyen los temas animados (antropomórficos y zoomórficos), reduciéndose a los de carácter vegetal (ataurique) y geométrico (lacería). Predomina, pues, el aniconismo y la abstracción. La decoración de tipo vegetal se denomina ataurique; la de carácter geométrico, de lazo o lacería; la de caligrafía, cúfica o nasjí. El arabesco pasa por ser la máxima expresión de la calidad abstracta de la decoración musulmana.

Para internarnos en el origen de la arquitectura en la Edad Media, desarrollaremos tres estilos principales: el estilo bizantino, el cual abarca todo el periodo de la Edad Media, el estilo románico, apreciable durante los siglos XI y XII, y el estilo gótico, desde el siglo XII hasta el siglo XVII.

La arquitectura bizantina, es el primer estilo importante en la Edad Media, destaca por su solidez estructural, utiliza esplendidos mosaicos interiores, capitel hermosamente decorado, una característica cubierta abovedada, y buena ornamentación, un buen ejemplo de este tipo de edificio es la Iglesia bizantina de San Vital.



Iglesia de San Vital  
en Ravenna, Italia

Podemos datar el inicio del estilo arquitectónico bizantino a partir de la caída del imperio romano, allá sobre el siglo V y que se prolonga a través de los siglos hasta la caída de Constantinopla producida por la invasión de los turcos a mediados del siglo XV.

“Por lo que respecta al marco geográfico en el que se produce el estilo arquitectónico bizantino, éste coincide en líneas generales con la extensión geográfica del Imperio bizantino, con lo que fue cambiante en el tiempo en razón de las circunstancias históricas y políticas de dicho reino a lo largo de los más de diez siglos de vigencia de dicho estilo. No obstante, las zonas de mayor presencia de la arquitectura bizantina se corresponden con los territorios de las actuales Turquía y Grecia, sin olvidar Bulgaria, Rumania y amplias partes de Italia, junto con Siria y Palestina. Además, como resultado de la expansión del cristianismo entre los pueblos eslavos llevada a cabo a partir del siglo VIII por la Iglesia Ortodoxa bizantina, la arquitectura bizantina se extendió por las actuales Ucrania, Rusia y Bielorrusia, pasando algunos de sus elementos arquitectónicos (como por ejemplo las cúpulas abulbadas) a convertirse en una seña de identidad de las iglesias ortodoxas, que han sido mantenidas hasta la actualidad.

Por otro lado, el arte bizantino fue un arte de tipo oficial, en función de las relaciones del poder eclesiástico con el poder civil, que se sustentaba con el apoyo de la Iglesia. Y la propia existencia del Imperio bizantino se vinculó a la expansión de la fe ortodoxa y del arte bizantino. En razón de las circunstancias históricas y de la propia zona geográfica en que se generó y en la que tuvo presencia, la arquitectura bizantina recibió, sobre una base formada esencialmente por la arquitectura romana, fuertes influencias de otros estilos arquitectónicos, especialmente de estilos procedentes de la zona de Oriente Medio. Por otro lado, además de la ya apuntada influencia en los estilos arquitectónicos de países relacionados con la Iglesia Ortodoxa, debe destacarse que desde la zona de Rávena, en Italia, en su extremo occidental de distribución, influyó en la arquitectura carolingia y, a través de ésta, en la arquitectura románica, a la vez que desde el sur de Italia, especialmente en la zona de Sicilia, aportó alguna de sus características a la versión adaptada en la zona de la arquitectura normanda, que era una de las variantes de la arquitectura románica.” *Historia de la Arquitectura, José Antonio Sosa.*

Entre los elementos distintivos de este tipo de arquitectura debemos destacar la construcción de cúpulas y la utilización de mosaicos como dispositivo decorativo principal. Se limitará la utilización de esculturas con ese fin, tan característico de la cultura romana y griega. Como material principal utilizado para la construcción se usará el ladrillo como elemento sustitutivo de la piedra.



Ejemplo de arquitectura bizantina

Las características principales de la arquitectura bizantina fueron los siguientes:

- Siguió manteniendo algunos elementos de la arquitectura romana, como ciertos materiales (ladrillo y piedra para revestimientos exteriores e interiores de mosaico).
- También siguió utilizando ciertos elementos constructivos como las arquerías de medio punto, la columna clásica como soporte, etc.
- También se les ha de atribuir ciertos rasgos propios como la nueva concepción dinámica de los elementos y un novedoso sentido espacial.

- Sin embargo la aportación más destacable es el de la creación de la cubierta abovedada. y, sobre todo, su aportación más importante, el empleo sistemático de la cubierta abovedada. Estas bóvedas semiesféricas se construían mediante hiladas concéntricas de ladrillo, a modo de coronas de radio decreciente reforzadas exteriormente con mortero, y eran concebidas como una imagen simbólica del cosmos divino.

- Otro detalle a destacar es la decoración de los capiteles de los pilares mediante un tronco piramidal, también llamado cimacio, decorado con diferentes motivos y símbolos.

Refiriéndonos a la tipología de los templos, debemos hablar de los de planta centralizada con una gran cúpula a la que se atribuía gran importancia, y los de planta de tipo cruz griega, es decir, planta de en forma de cruz con todos sus extremos iguales.

En casi todas las tipologías, estos templos, poseían un cuerpo principal, acompañado de un atrio y un presbiterio.

“Las continuadas influencias de origen oriental quedan de manifiesto en diversos aspectos, como por ejemplo en la decoración exterior de los muros de las iglesias edificadas alrededor del siglo XII, en las que los ladrillos grabados quedan dispuestos de un modo ornamental claramente inspirado en la escritura cúfica. Ello estaba asociado a la disposición externa de los ladrillos y de piedras según una amplia variedad de diseños; este uso decorativo es probablemente de origen oriental, puesto que decoraciones similares podemos encontrarlas en diversos edificios en Persia, en la llamada arquitectura medo-persa.” *La Arquitectura Paleocristiana y Bizantina de R. Krautheimer.*

Para adentrarnos en el estilo arquitectónico románico debemos partir de que éste es una síntesis de varios estilos de regiones diferentes. Por un lado tenemos la influencia de procedencia latina, por otro lado la de procedencia oriental y, por último la de estilo septentrional, formada en Europa a principios del siglo XI.

Según los historiadores, debemos enmarcar el estilo románico entre los siglos XI y XII aunque, como ya veremos, en siglos anteriores y posteriores ya se podían encontrar edificaciones con estilos muy parecidos.

Para subdividir el estilo románico, debemos hacerlo de varias maneras. La más común de ellas es la de diferenciar entre estilo románico sencillo y el estilo románico de transición. La diferencia entre ambos radicaría en su estilo de construcción sin arcos y sin bóvedas de crucería.

Otra manera de subdividir el estilo románico sería mediante los nombres de sencillo y rebelde. El segundo estilo, también llamado florido, se presenta con más adornos en puertas y ventanas, y va perdiendo el aspecto sobrio y rudo que podía parecer el primero.



El material utilizado comúnmente sería la piedra. Esta se utilizaría para realizar cualquier tipo de elemento constructivo excepto en cubiertas cuyo material era la madera. Esto sucedería hasta la creación de la bóveda. Este elemento constructivo aportaría dos características fundamentales, por un lado aportaría mayor relevancia y majestuosidad a las edificaciones, por otro lado evitaría incendios que se podían manifestar con cierta frecuencia. La piedra utilizada se extraía de canteras, pero no resultaba extraño utilizar piedra reciclada de edificios demolidos o derrumbados. Rara vez se ha utilizado el ladrillo cocido, pero esto podía suceder en regiones donde no existían canteras de piedra cercanas.

La función principal de los muros era básicamente estructural. Debemos tener en cuenta que el uso de bóvedas requería una resistencia considerable lo que se reflejaba en el espesor de los muros dándoles un espesor importante. La técnica utilizada para la construcción de los muros era la ya estudiada en el apartado de la arquitectura romana, es decir, mediante el “Opus Emplectum” (dos capas de muro de piedra, rellenas del elemento similar al hormigón). Durante este periodo se originaría la utilización de contrafuertes para contrarrestar los esfuerzos de la cubierta los muros.

Los muros se ejecutaban de manera que eran más gruesos en su zona inferior y, conforme iban ascendiendo, se iban estrechando. Conforme iba avanzando la etapa, la demanda y las exigencias de tener más iluminación y más espacio hizo perfeccionar la técnica. Esto propició la aparición de jambas y arcos en las oberturas, así como de una especialización en la manipulación de la piedra. La utilización de contrafuertes altamente desarrollados, pilares compuestos prismáticos, así como arcos doblados y arquivoltas favorecieron satisfactoriamente el desarrollo de los sistemas utilizados.



Ejemplo de arquitectura románica

Ante lo que podríamos denominar como sombrías construcciones del románico, aparecen las luminosas edificaciones de arquitectura gótica. Este estilo artístico se desarrolló desde finales del siglo XII hasta el siglo XV, aunque más allá de Italia las pervivencias góticas continuaron hasta los comienzos del siglo XVI.

*Andrew Martindale y su obra El Arte Gótico*, define el vocablo «gótico» como el “adjetivo correspondiente a godo y fue utilizado en este contexto por primera vez por el tratadista florentino Giorgio Vasari (1511–1574), quien en su famosa obra de biografías de pintores toscanos, incluye varios capítulos sobre el arte en la Edad Media. En sentido peyorativo usó este término para denominar la arquitectura anterior al Renacimiento, propia de los bárbaros o godos, cuyos componentes le parecían confusos, desordenados y poco dignos, por contraste a la perfección y racionalidad del arte clásico. En su propia época, se solía denominar como opus francigenum (estilo francés), por referencia al origen de la innovación. Paradójicamente, en la España del siglo XVI se calificaba al gótico final (isabelino o plateresco) como la forma de construir a lo moderno, mientras que la arquitectura clasicista que introducía el renacimiento italiano era vista como una forma de construir a la antigua o a lo romano.”

Existen dos elementos constructivos significativos en la arquitectura gótica, uno es el arco ojival, y otro la bóveda de crucería. Las características principales de estos elementos son la de mejorar la distribución de cargas y permite conseguir alturas superiores a las conseguidas hasta ese momento. La mayoría de las cargas se distribuirán descendiendo desde las cubiertas a contrafuertes exteriores aligerando de esta manera la capacidad portante de los muros. Este detalle permitiría la utilización de grandes vidrieras y rosetones que permitirían la entrada de luz al interior de las construcciones.

Este detalle es uno de los más significativos y donde se puso especial interés artístico y constructivo. La búsqueda de la amplitud y la máxima iluminación marcarían el desarrollo de las construcciones. Aunque el mayor reflejo de esta búsqueda se puede observar sobretodo en la arquitectura religiosa, el éxito de este estilo constructivo también quedó reflejado en edificaciones civiles, militares, palacios, universidades, hospitales, etc.



Detalle de bóvedas de crucería, en la catedral de Durham.

“La arquitectura gótica tuvo su origen en las regiones de Normandía e Isla de Francia, desde donde se difundió primero a todo el reino de Francia y posteriormente (ya a mediados del siglo XIII), sobre todo por la extensión del arte cisterciense y las rutas jacobinas, por el Sacro Imperio Romano Germánico y los reinos cristianos del norte de España (que durante ese periodo de la Reconquista se estaban imponiendo a los musulmanes del sur). En Inglaterra penetró pronto el estilo francés, aunque adquirió un fuerte carácter nacional. A Italia llegó tarde, no tuvo mucha aceptación, y su impacto fue muy desigual en las distintas regiones, y muy pronto fue sustituido por el Renacimiento.

El medievalismo suscitado por el romanticismo y el nacionalismo del siglo XIX hizo reelaborar como arquitectura historicista un neogótico que reproducía el lenguaje arquitectónico propio del estilo con formas más o menos genuinas, destacando la labor restauradora y reestructuradora del francés Eugène Viollet-le-Duc.” *Andrew Martindale, El Arte Gótico.*

Para finalizar, debemos simbolizar el arte gótico como lo que ellos consideraban la búsqueda del acercamiento a Dios, cuanto más ostentosa, cuanto mayores sean sus vidrieras, sus bóvedas, más simbolizará la grandiosidad de la iglesia, es decir, una búsqueda teológica a través del simbolismo de la edificación.



Detalle de arquitectura gótica. Contrafuertes y arbotantes en la Catedral de Sevilla.



“La arquitectura del Renacimiento o renacentista es aquella producida durante el período artístico del Renacimiento europeo, que abarcó los siglos XV y XVI. Se caracteriza por ser un momento de ruptura en la Historia de la Arquitectura, en especial con respecto al estilo arquitectónico previo: el Gótico; mientras que, por el contrario, busca su inspiración en una interpretación propia del Arte clásico, en particular en su vertiente arquitectónica, que se consideraba modelo perfecto de las Bellas Artes.” *La Europa del Renacimiento de B. Bennassar Vicens*

La arquitectura renacentista introduciría grandes innovaciones tanto de carácter constructivo con utilización de materiales y técnicas constructivas nuevas, como en el concepto de entender la línea arquitectónica.

Otro de los datos característicos de este estilo es el del paso del anonimato de los creadores de las edificaciones hasta ese momento, al de la importancia de la figura del arquitecto y de su reconocimiento. Se abre una puerta hacia el creacionismo de un estilo propio, personal, adaptada a la concepción, al significado del humanismo renacentista. Al contrario que el desconocimiento de los maestros de obra románicos y de los creadores de las grandes edificaciones góticas, la arquitectura renacentista se encuentra altamente documentada. Este detalle no solo ocurriría con grandes edificios públicos, sino que se han encontrado informes de edificios simples e incluso simples proyectos.



Ejemplo de villa renacentista

Debemos datar el inicio de la Arquitectura renacentista a partir del siglo XV y situarlo principalmente en Italia. Se suele señalar como el primer edificio renacentista la cúpula de la catedral de Santa María de Fiore, cuyo proyectista sería Filippo Brunelleschi. Es por ello que la ciudad que vio nacer este movimiento sería Florencia.

Según refleja la obra de *Bennassar*, “un hecho a destacar en la producción de Brunelleschi es que se manifiesta más importancia en el campo de la construcción que en el del estilo. Se asimila esto cuando se observa la obra en su conjunto, percibiéndose que, a pesar de querer seguir la canonización clásica, se produce un edificio que no es completamente comprometido con dichas reglas clásicas. Esto es causado por la carencia del arquitecto de conocimiento

profundo de las normas clásicas, al que accedía más por la observación de las ruinas romanas existentes que por el estudio de los tratados.”

Los principales rasgos que definirían la arquitectura renacentista pasarían por el aumento de valor de la superficie de los muros, realzando los sillares, se utiliza la columna como elemento de sustentación, el arco ojival, tan característico de la arquitectura gótica, pasa a un segundo plano y se utiliza el arco de medio punto. También cabe destacar el cambio sufrido en el tipo de decoración. Este pasará a ser de un estilo mucho más imaginativo, fantástico, irreal.



Detalle de decoración interior renacentista

Como siguiente etapa a destacar dentro de la evolución arquitectónica, deberíamos hablar de la época del modernismo.

“El modernismo es un arte burgués, muy caro, que intenta integrar en la arquitectura todo el arte y todas las artes. Es una corriente esencialmente decorativa, aunque posee soluciones arquitectónicas originales. Se desarrolla entre los siglos XIX y XX.

Este movimiento utiliza las soluciones que la revolución del hierro y del cristal aportan a la arquitectura, aunque se sirve de la industria para la decoración de interiores y las forjas de las rejerías, etc. Sus formas son blandas y redondeadas, aunque no es esto lo único característico del modernismo sino la profusión de motivos decorativos. La influencia del modernismo arquitectónico se deja sentir aún en la arquitectura actual.

El modernismo arquitectónico nace en Bélgica (donde se le dará el nombre de art nouveau) con la obra de Henry van de Velde y Victor Horta. La ondulación de los tejados y fachadas, la aplicación de materiales como el hierro forjado, los motivos de vegetación natural y el cuidado diseño de la decoración y de cada elemento arquitectónico y de mobiliario del interior son características de sus obras.

En Inglaterra pueden considerarse dentro del modernismo arquitectónico a William Morris y a Charles Rennie Mackintosh. El estilo de Morris no cae en los excesos decorativos, es el más sobrio del movimiento, ya que se centra más en la implantación de la villa en la naturaleza (influencia del pintoresquismo inglés del siglo previo) y la valoración del espacio interior funcional. Sobre todo diseña muebles y pequeños utensilios cotidianos, y se le sitúa dentro del género en consonancia del arquitecto francés Charles Voysey. Los planteamientos de Mackintosh son originales y aportan nuevas soluciones a sus problemas arquitectónicos. Son características las formas prismáticas y octogonales. Es el arquitecto modernista más sobrio en los exteriores, lo que le vale ser un precursor del racionalismo arquitectónico. Diseña muebles y joyas, y construye la Escuela de arte de Glasgow.

Los arquitectos modernistas catalanes (Rogent y Amat, Domenech y Montaner, Puig y Cadafalch, Enric Sagnier, Rubió y Bellver, Jujol y Gibert) desarrollaron un lenguaje propio, del que partió Antonio Gaudí para desarrollar su particular universo artístico, muy personal. Actualmente, muchas de estas obras modernistas se encuentran expuestas en museos catalanes como el Museo del Modernismo Catalán y el MNAC.” *Fragmento extraído de wikipedia.*

Entre sus características significativas debemos destacar la inspiración en la naturaleza, así como la utilización de la línea curva. Estas características se reflejarán en las construcciones, tanto en las fachadas como en sus interiores.



Casa Batlló, Barcelona

Si la arquitectura modernista se desarrollo durante los siglos XIX, principios del XX, debemos diferenciarla de la denominada arquitectura moderna. Esta arquitectura tuvo su origen en la Escuela de la Bauhaus, en Alemania, y vendría desarrollado por el llamado Movimiento Moderno vinculado al Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (1928-1959). Sus dos principios básicos son el racionalismo arquitectónico y el organicismo arquitectónico.

Este estilo de arquitectura vendría representado por una simplificación del estilo formal donde se evita la ornamentación. La renuncia del estilo clásico vendría sustituido por construcciones con reseñas a los estilos de la nueva era moderna tales como el cubismo, expresionismo, etc.



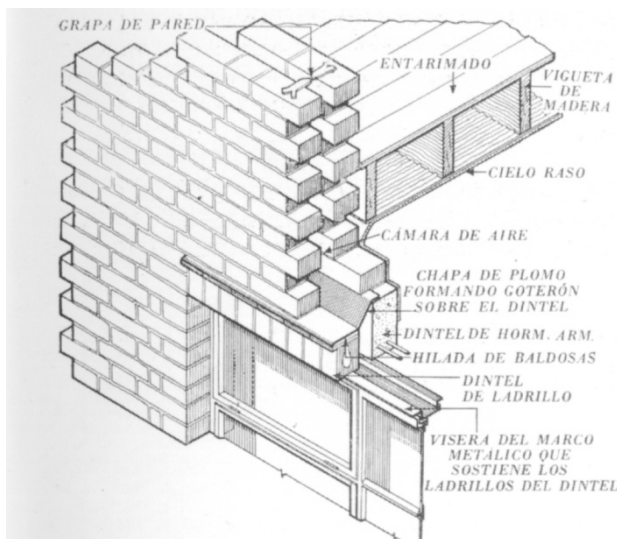
Ejemplo de construcción moderna del arquitecto Le Corbusier

Como materiales destacables empleados en la construcción de este movimiento, debemos destacar la utilización acero y concreto de hormigón armado. Esto fue unido a la nueva concepción de las edificaciones como hábitats para vivir y para la actividad humana. Este movimiento si daba importancia al entorno y la situación de la construcción.

Es precisamente dentro de esta época donde podemos buscar claramente los inicios del elemento constructivo que tratamos en el presente proyecto: La Fachada Ventilada.

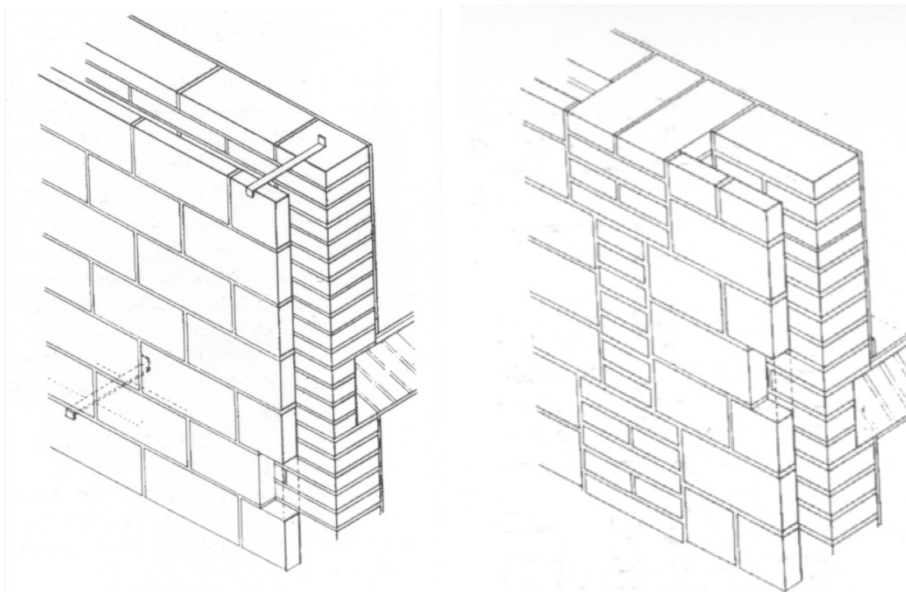
Como precursor de la misma debemos destacar el Cavity Wall. Se trata de un muro de dos hojas con cámara ventilada entre ellos. La hoja interior es portante y por lo tanto está inserta entre los forjados. La exterior se sujeta a ella mediante grapas de acero. Este tipo de muro tenía una limitación de altura de tres pisos. Como se verá en el presente proyecto, la función de la cámara de aire es la de drenar las infiltraciones de agua que pudieran atravesar la cara exterior del muro mediante orificios en la base del sistema. Este sistema se inició en Inglaterra a partir de 1925. Será a partir de 1970 cuando se incluirá la colocación del aislamiento.





Detalle constructivo de Cavity Wall inglés

Además del sistema descrito en el párrafo anterior debemos destacar el tabique pluvial. Éste se origina a mediados del siglo XX y de manera generalizada se utiliza como protección de las paredes medianeras. A la función principal de protección del agua y agentes atmosféricos, se le añade la función de ventilación del muro interior. Lo que en un principio se construía mediante fábrica de ladrillo ha evolucionado en la actualidad y se puede ver en forma de paneles prefabricados de varios materiales como fibrocemento, chapa prelacada, etc,



Esquema de la construcción del tabique pluvial

Como veremos en el presente proyecto, el camino hacia la consecución de la perfecta fachada ventilada, se ha ido consolidando en los últimos años. La cara exterior ha evolucionado hacia la búsqueda de elementos y acabados de diferentes características. La introducción de materiales cada vez menos pesados y el entramado que los soporta ha ido avanzando y, ha pasado de sustentarse sobre los forjados a hacerlo a lo largo de toda la cara interior.

Con todo ello, la función de la cara exterior de la fachada ha pasado de colaborar en la ventilación mediante el cerramiento de ese espacio a realizar, prácticamente, la función de acabado en todas las versiones imaginables.



### 04. COMPONENTES

### La relación entre las diversas hojas

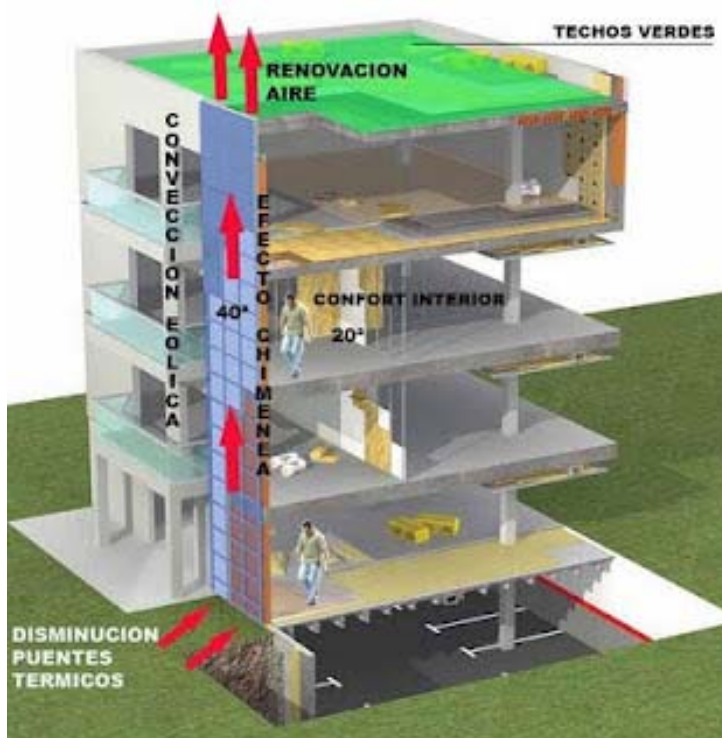
Como hemos comentado en el capítulo anterior, las funciones de las hojas que componen la fachada ventilada pasan a tener funciones totalmente diferentes que en una fachada tradicional. Lo que en un principio eran dos caras de un mismo elemento constructivo, ahora pasará a ser dos elementos con funciones totalmente diferentes.

La hoja interior formará parte del conjunto interno de la edificación. Este elemento podrá ejercer la función portante recibiendo las diferentes cargas que deriven del edificio o estrictamente efectuar la función de cerramiento. En ambos casos, esta hoja siempre se encontrará entre los elementos estructurales y enrasada a los forjados. La función principal de ésta será la de ayudar a soportar las acciones derivadas de la pared exterior así como la de base para la posterior colocación del aislamiento.

Entenderemos la hoja exterior como un elemento de acabado, un elemento totalmente independiente que ejercerá de piel del edificio.

La función principal de la cámara de aire será la de ofrecer y garantizar la estanqueidad requerida.

Para la función de aislante térmico se colocará sobre la hoja interior un aislamiento que favorecerá y evitará condensaciones y puentes térmicos al interior.



Esquema de comportamiento de la fachada ventilada.



### 1. LA HOJA INTERIOR

Como acabamos de indicar, la hoja interior formará parte intrínseca de la totalidad del sistema constructivo de la fachada. Si forma parte del sistema estructural del edificio ejercerá de soporte portante junto a la estructura del edificio. Si solo ejerce la función de cerramiento, lo que hará será ejercer de sustentación favoreciendo la estabilidad del sistema. En ambos casos transmitirá las cargas y esfuerzos de la hoja exterior.

Resumiendo sus funciones principales, deberá ser la base para la colocación del aislamiento térmico, se ofrecerá de cerramiento interior, pudiendo revestirse a posteriori, y será el soporte de la subestructura del acabado exterior.

El material principal que compone la hoja interior podrá ser de diferentes tipologías como veremos a continuación. No obstante, la manera tradicional de encontrarla será de fábrica de ladrillo, enrasada a los forjados por su cara exterior y haciendo de soporte de marcos y premarcos de puertas y ventanas. Su cara interior podrá revestirse de varias maneras, como un enfoscado de cemento, un trasdosado de yeso o en forma de enlucido.

Podemos diferenciar diversas tipologías a la hora de hablar de la constitución de la hoja interior, aunque las más básicas y usuales son las siguientes:

- Hoja interior de fábrica.
- Hoja ligera de entramado.
- Hoja interior prefabricada

#### a) Hoja interior de fábrica

La materialización de la hoja interior puede llevarse a cabo recurriendo a los oficios de la albañilería tradicional, confeccionando fábricas por cualquiera de los sistemas habituales: ladrillo convencional, bloques de hormigón o bloques cerámicos de arcilla aligerada.

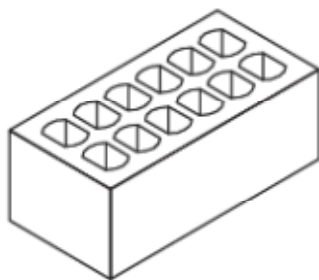
La utilización del ladrillo hueco no es aconsejable debido a que las fuerzas que se generan en la hoja exterior y la distribución de sus cargas tanto del peso propio del acabado como de las fuerzas motivadas por la incidencia del viento, pueden superar la resistencia de la hoja interior. Si la subestructura se fijase solo a los forjados podría plantearse su utilización. No obstante, es más aconsejable el uso de ladrillo perforado y macizo como elemento más resistente y óptimo para la realización de la hoja interior.

Las fábricas de ladrillos y bloques para revestir pueden ser o no portantes.

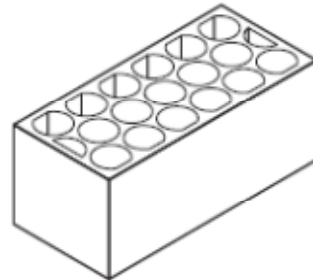
Los ladrillos y bloques para revestir pueden ser según su configuración piezas macizas, perforadas, aligeradas o huecas.

- *Piezas Macizas*: son aquellas sin perforaciones o con perforaciones que atraviesan por completo los ladrillos o bloques, perpendicularmente a la cara de apoyo, con un volumen de huecos inferior al 25%.
- *Piezas Perforadas*: son aquellas con una o más perforaciones que atraviesan por completo los ladrillos o bloques, perpendicularmente a la cara de apoyo, con un volumen de huecos entre el 25% y el 45%.

- *Piezas Aligeradas:* son aquellas con una o más perforaciones que atraviesan por completo los ladrillos o bloques, perpendicularmente a la cara de apoyo, con un volumen de huecos entre el 45% y el 60%.
- *Piezas Huecas:* son aquellas con uno o más huecos que atraviesan por completo los ladrillos o bloques, paralelamente a la cara de apoyo, con un volumen de huecos inferior al 70%.

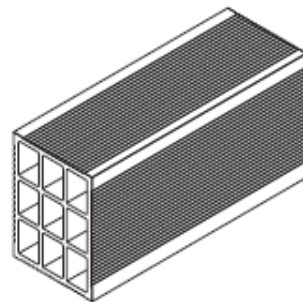
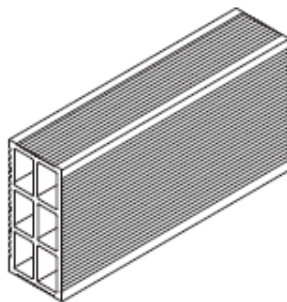
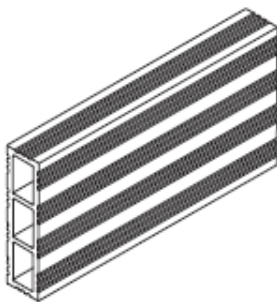


**Pieza perforada**



**Pieza aligerada**

#### Ladrillos huecos para revestir (sencillo, doble y triple)



#### b) Hoja ligera de entramado

Se puede utilizar un entramado sobre el cual se colocará un acabado interior y servirá de soporte para el aislamiento y la subestructura del acabado exterior.

Este entramado, generalmente, estará realizado mediante una estructura de perfilera de hacer galvanizado, madera o aluminio, aunque el más habitual es el primero. Estos irán fijados mecánicamente a los forjados del edificio.

Los acabados interiores que se suelen utilizar son paneles de cartón yeso (tipo pladur), paneles sándwich, paneles de fibras sintéticas, así como de fibrocemento o derivados de la madera. En definitiva, aquellos materiales que permitan una ejecución rápida de montaje y que garanticen un mínimo de características para su posterior capa de acabado.

Como hemos indicado, uno de los tipos de acabado más recomendables para utilizar en el entramado sería el de paneles de cartón yeso. Según Pladur, fabricante altamente consolidado, entre "las ventajas más destacables se encuentran las siguientes:

- 1) Poco peso. Las placas Pladur son suficientemente ligeras para poder ser manipuladas y transportadas por una sola persona, pero a la vez tienen una alta densidad en un mínimo espesor, dando gran resistencia al sonido.
- 2) Estabilidad y durabilidad. Al ser un producto natural e inorgánico, las placas PYL Pladur se pueden conservar indefinidamente sin que se alteren sus propiedades, siempre que se cumplan las condiciones de uso o almacenaje del fabricante. Es estable y no sufre cambios químicos o físicos.
- 3) Resistencia y flexibilidad. La unión del yeso interior y las celulosas exteriores le da unas óptimas propiedades de flexibilidad y resistencia, pudiéndose realizar paredes curvas con placas de Pladur. Al realizar un golpe sobre una placa de Pladur, comprobaremos su alta dureza, superior a un enlucido tradicional de yeso.
- 4) Conductividad térmica. El aislamiento térmico de las placas de Pladur es superior al que tiene una capa de yeso tradicional o pared de cemento, haciéndolas más confortable y aislante que estos últimos.
- 5) Aislamiento acústico. Gracias a la alta densidad en poco espesor de las placas Pladur, estas realizan un alto aislamiento del sonido, ya que debe atravesar las 3 capas de la placa y es amortiguado al pasar a través de los diferentes materiales.
- 6) Resistencia al fuego: Todas las placas Pladur, están clasificadas como No inflamables según la norma AENOR. Además un tipo de placa Pladur especial llamada M0 es incombustible, ya que sus celulosas exteriores han sido sustituidas por fibra de vidrio."

Para este tipo de acabados interiores se debe realizar un estudio de exposición de los agentes que pueden llegar a afectarle. Aunque la cámara de aire esté suficientemente ventilada, siempre se deberá considerar el riesgo de que los agentes exteriores lleguen a la hoja interior. Por este motivo es aconsejable prever juntas para favorecer la correcta ventilación en caso de que así fuese.

En este sentido cabe mencionar que existen soluciones basadas en juntas machihembradas, juntas embutidas, juntas basadas en polímeros como neopreno, nylon, teflón, etc.

### c) Hoja interior prefabricada

Entre las diferentes tipologías de paneles interiores prefabricados debemos destacar entre otros a los realizados en hormigón armado, los realizados con hormigón reforzado con fibras de vidrio, los de sección maciza aligerados mejorando de esta manera sus características de aislamiento, etc.

Entre los tipos enumerados pasaremos a detallar algunos de ellos:

- **PANEL DE HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA ARMADO CON FIBRAS DE ACERO**

Este tipo de material alcanza unos niveles de resistencia muy altos. Entre sus características se destacan su mínima retracción plástica e hidráulica, así como un aumento a la resistencia ante los impactos, además de prevenir los agrietamientos. Este panel de hoja interior no condiciona la formalización de la fachada en cuanto a la disposición de los huecos, permitiendo realizar cerramientos de muy poco grueso.

Como cualquier tipo de hoja interior, para la consecución del resultado requerido, deberá añadirse el aislamiento térmico. De la misma manera, el método de ejecución será de dentro a fuera.

- **PANEL NERVADO DE HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA ARMADO CON FIBRAS DE ACERO**

Las características técnicas son muy similares a las descritas en el caso anterior, aumentando su ligereza. Al ser un componente a medida no condiciona el diseño de la fachada en cuanto a la disposición de huecos.

Cabe destacar que su geometría nervada provoca que el espesor de la hoja sea superior. En este aspecto queda superado por el caso anterior ya que se pierde superficie útil en el interior. Como en el caso anterior, la satisfacción de todos los requerimientos del cerramiento precisa añadir nuevas capas ya sea por la cara interior y la exterior o sólo por el interior además de la hoja exterior propia de la fachada ventilada.

- **PANEL CONTRACHAPADO DE MADERA**

Este material está formado por finas capas de madera, unidas por resinas sintéticas aplicándoles presión y calor. Esta solución no permite aprovechar la madera como material de acabado salvo en el caso de que no exista requerimiento de sectorización frente al fuego. Este tipo de panel suele presentar una baja resistencia a la humedad, lo que supondrá que debemos tenerlo en cuenta a la hora de aislarla del exterior.

Cabe destacar que este tipo de paneles solo mejoran las características de los descritos anteriormente en el aspecto medioambiental. En el caso que estamos tratando cuya finalidad son las fachadas ventiladas será mucho más aconsejable la utilización de los paneles de hormigón.

### 2. ANCLAJES

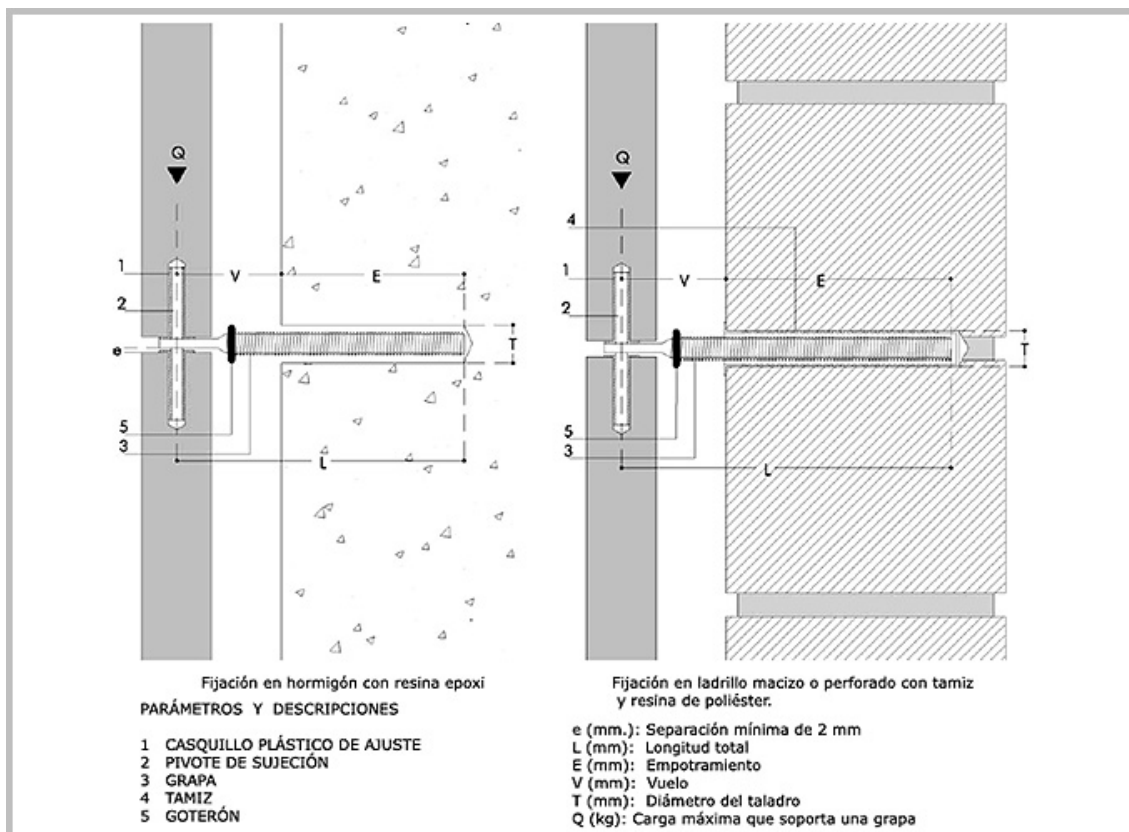
Denominaremos anclajes a los elementos de unión entre el sistema elegido exterior y la hoja interior portante.

Todos los anclajes deben cumplir las siguientes especificaciones técnicas:

- Deben soportar las fuerzas eólicas y el peso del acabado.
- Serán las encargadas de transferir dichas cargas a los elementos portantes.
- Deberán permitir la nivelación de cotas absorbiendo las diferencias que puedan hallarse en el paramento portante.
- Serán de acero inoxidable o aluminio para evitar la corrosión.
- Su instalación se realizará evitando que la subestructura y la hoja de acabado se ensucie excesivamente.
- Por la imposibilidad de mantenimiento deberán ser durables e inalterables al paso del tiempo.
- Serán en todo momento sustituibles, independientemente de la dificultad que eso conlleve. Más adelante veremos que según los sistemas y tipologías de fachada elegida este punto será de mayor o menor dificultad. Todas las piezas de acabado, ya sea en caso de rotura, deterioro, etc, deben poder reponerse.

Diferenciaremos entre anclajes puntuales y anclajes con perfilera.

Los anclajes puntuales suelen utilizarse exclusivamente en las fachadas ventiladas acabadas en piedra.





Ejemplo de anclaje puntual para la instalación de aplacados de piedra en fachada ventilada. Están compuestos por tres piezas, varilla roscada, pasador cilíndrico y casquillos nylon. La varilla roscada se une a la pared mediante resina. Estos anclajes están fabricados en acero inoxidable AISI-304.

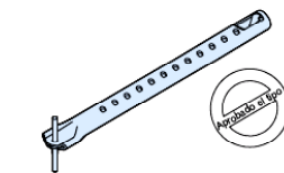
Existen fabricantes especializados en estos tipos de anclajes como HALFEN. A continuación se detalla las características principales de los mismos.

### Anclaje de carga UMA

Gracias a su sección circular el anclaje UMA es idóneo para la fijación en hormigón  $\geq$  C12/15, bloques de hormigón o fábrica M 12/11a\*. Los anclajes se pueden colocar, con la misma capacidad de carga, tanto en la junta horizontal como en la vertical y están disponibles distintos modelos. Dependiendo del modelo, los anclajes permiten cámaras de hasta 300 mm y pueden soportar cargas de hasta 3800 N.

3) El ajuste en tres direcciones se lleva a cabo en el taladro.  
Para la fijación en hormigón  $\geq$  C12/15 y en fábrica M 12/11a\*.

Los anclajes de retención correspondientes para la fijación en juntas horizontales ó verticales se denominan UHA.



**Material:**  
1.4571/AISI 316 (A4) ó  
1.4401/AISI 316 (A4)  
1.4301 (A2)

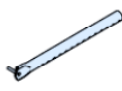


Pasador suelto con collarín en el centro para tipos 1, 3 y 7.

#### Tipos disponibles:



**Tipo 1**  
Anclaje de carga con pasador suelto y casquillo deslizante



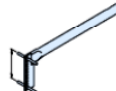
**Tipo 2**  
Anclaje de carga con medio pasador remachado



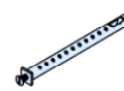
**Tipo 3**  
Anclaje de carga con 2 pasadores y 2 casquillos deslizantes



**Tipo 4**  
Anclaje de carga con 2 medio pasadores remachados



**Tipo 7**  
Anclaje de carga con prolongador en L, 2 pasadores sueltos y 2 casquillos deslizantes

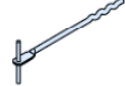


**Tipo 8**  
Anclaje de tornillo con rosca y tornillo avellanado (a partir de UMA 16)

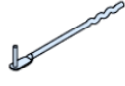
### Anclaje de retención UHA

Para empotrar en hormigón  $\geq C12/15$  y fábrica M 12/1la\*.  
Es igualmente apropiado para empotrar en hormigón que en fábrica y se puede colocar tanto en juntas horizontales como verticales.

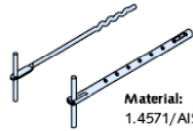
Tipos disponibles:



**Tipo 1**  
Anclaje de retención con pasador suelto y casquillo deslizante



**Tipo 2**  
Anclaje de retención con medio pasador, remachado



**Tipo 8**  
Anclaje de tornillo con rosca y tornillo avellanado (solamente UHA 10)

Material:  
1.4571/AISI 316 (A4) ó  
1.4401/AISI 316 (A4)

### Ejemplo de pedido

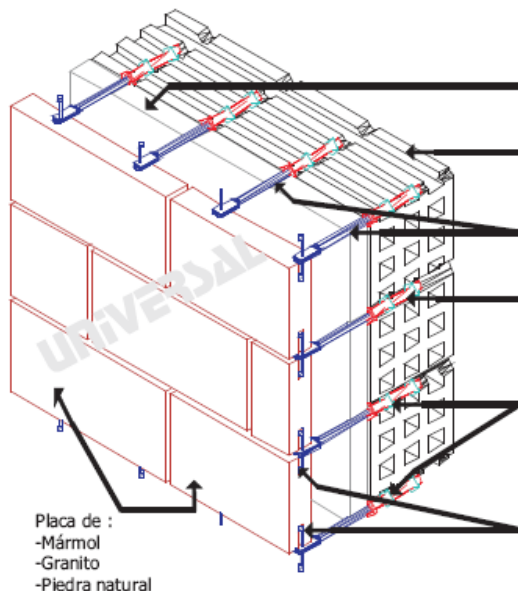
**UMA - 16 - 3 - 210**

- ① Tipo de anclaje  
② Diámetro d (mm)  
③ Tipo  
④ Longitud del anclaje (mm)

Tipo de anclaje	Andajes de carga UMA								Andajes de retención UHA		
	UMA-10	UMA-12	UMA-16	UMA-18	UMA-22	UMA-25	UMA-28	UMA-33	UHA-5	UHA-7	UHA-10
d mm **	10	12	16	18	22	25	28	33	5	7	10
c mm **	5,0	5,5	7,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	2,0	2,5	5,0
Pasador para tipos 1, 3, y 7	Ø5x70	Ø5x70	Ø6x75	Ø6x75	Ø6x75	Ø6x75	Ø6x75	Ø6x75	Ø5x70	Ø5x70	Ø5x70

\* Esfuerzo de compresión mín. permitido 1,6 MN/m<sup>2</sup>

\*\* Dimensiones c y d ver esquema en pág. 8



Cámara de aire con espuma de poliuretano inyectada

MATERIAL BASE HUECO:  
Muro de ladrillo.

Sistemas Aplacado INOX mod. **UNIVERSAL**  
Varilla corrugada o rosca de INOX

Tamiz

Resina de anclaje aplicada  
poliéster / viniléster **UNIVERSAL**

Bulón de sujeción

### Ejemplo de colocación de anclaje puntual

Los anclajes químicos son la combinación de una varilla con un ojal (Tensor) o una varilla roscada con una plaqueta convencional y una resina epóxica, esta resina crea un vínculo íntimo entre la roca y el tensor, estas resinas funcionan como un pegamento de altísima resistencia por lo general son mucho más fuertes incluso que la roca que los alberga. Los tensores son de acero galvanizado, acero tropicalizado y acero inoxidable.

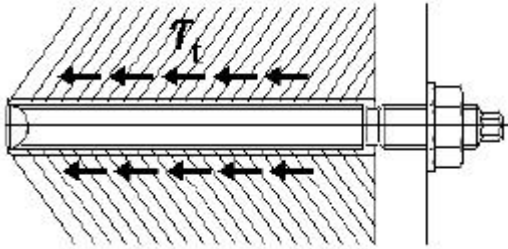
Éstos aprovechan las propiedades resistentes de las resinas en forma de capsulas o bien mediante la inyección desde el cartucho de la pistola, a continuación se introduciría el tirafondos especial, se dejaría secar y finalmente se aplican las cargas.



Uno de los inconvenientes de este tipo de tacos es su sensibilidad a las altas temperaturas pues su rango normal de trabajo se encuentra entre  $-40^{\circ}\text{C}$  y  $+50^{\circ}\text{C}$  por encima de los cuales comienza su pérdida de capacidad mecánica.

La varilla del anclaje y la pared del taladro quedan unidas mediante la adherencia de la resina. La distribución de cargas se realizará a lo largo de la varilla motivado por la mayor superficie de transmisión de las mismas. De esta manera se conseguirá que la presión sea menor en el material.

En la figura se muestra la distribución de tensiones generadas en un anclaje de este tipo.



Como se puede observar en la imagen anterior, el esquema de la dirección de las tensiones se produce a lo largo de toda la varilla. De esta manera se formará una síntesis entre los elementos implicados en esta unión; el acero, la resina y el elemento portante.

Cada marca y tipo de producto que se utilice, marcará por lo general, sus tiempos de secado y endurecimiento, aun así existirán agentes externos como la temperatura y la humedad ambiental que influirán en ello. Por lo general cuanto mayor es la temperatura, más corto es el tiempo de secado, aspecto que deberemos considerar para que no se seque demasiado pronto y tengamos tiempo de trabajarla.

El anclaje mecánico es el sistema utilizado más habitual. Aquí, la unión se produce por la presión que ejerce el tornillo sobre el taco y este a su vez la transmite a las paredes del orificio adecuado a su diámetro el cual ha sido ejecutado anteriormente.

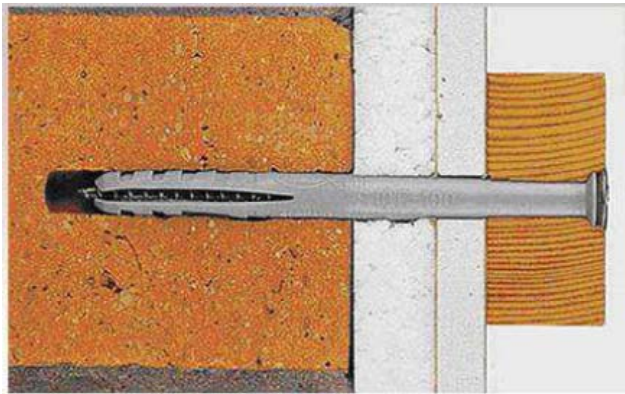
Se deberá tener las siguientes consideraciones.

- Esfuerzo o cargas a transmitir al elemento de sustentación donde se inserta el taco.
- A de ser compatible su reparto y forma que adoptará al penetrar el tornillo, con la tipología del elemento receptor
- Debe ser compatible con el tipo de tornillo que introducimos

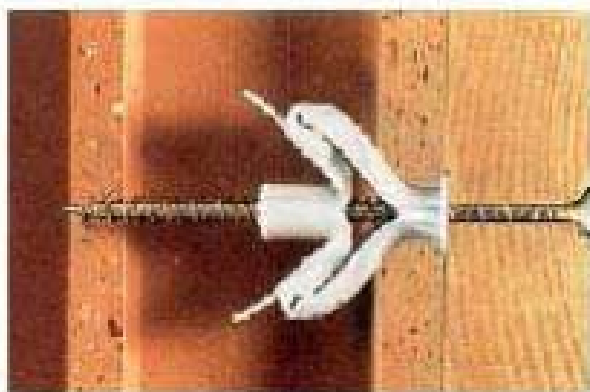
Debemos diferenciar varios tipos de tacos mecánicos.



Taco de nylon tradicional. Trabaja en todo el fuste



Taco de nylon para soportes huecos. Al introducir el tornillo, el taco se repliega rellenando la cavidad



Hay que incluir dentro de los tacos mecánicos a los tacos metálicos. Uno de ellos el denominado parabolt.

Los parabolts se fijan a la pared por medio de la presión que ejercen al interior de barreno. No se deben colocar dos anclajes a menos de 25 cm entre ellos y, en caso de anclajes en los extremos, a menos de 30 cm.

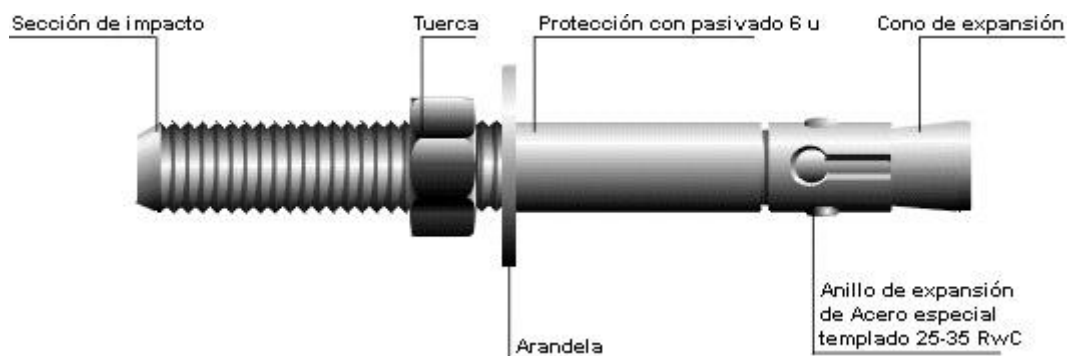
Existen en el mercado gran variedad de marcas y modelos. Su calidad y precio vendrá determinada por las características del acero que los forman y, lo que es sin duda más importante, por la resistencia que deban soportar.

El funcionamiento del parabolt es el siguiente: perforación y limpieza del agujero, se inserta el parabolt en el agujero, una vez introducido se aprieta la tuerca exterior lo que provoca que el anillo de expansión se monte sobre el cono, el anillo se abre creando un ensachamiento generando una expansión y quedando bloqueado y fijado en el agujero.

Sus ventajas más notables son:

- Adecuación a casi cualquier tipo de rosca
- No es necesario calcular la profundidad del agujero ya que la fijación se produce por ensanchamiento del anillo de expansión.
- El diámetro de la broca utilizada será el mismo que el del anclaje.
- Tiene una alta resistencia
- Se puede considerar que tienen un precio relativamente económico teniendo en cuenta su buen funcionamiento.
- Al apretar la fijación se comprueba la correcta situación de ésta.
- Este sistema de anclaje permite introducirlo con la ménsula premontada.

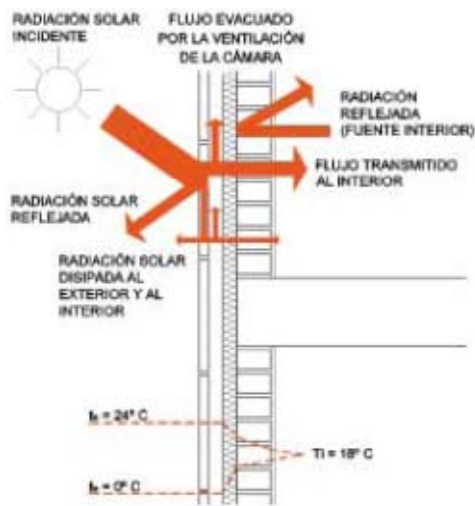
En la siguiente imagen podemos apreciar las diferentes partes que configuran el anclaje metálico



### 3. LA CAMARA DE AIRE

De entre la sucesión de hojas de materiales diversos con un alto grado de especialización que conforman las fachadas hoy en día, la hoja más importante no es de material constructivo alguno. Es el aire que llena la cámara, el material más eficaz en la satisfacción de nuestro objetivo prioritario: la estanqueidad.

El agua que pueda introducirse a través de las juntas de la hoja exterior de acabado se evacuará no llegando nunca hasta la superficie de la hoja interior, garantizando de esta manera la estanqueidad de la misma.



### 4. EL AISLAMIENTO

Según el *Manual Básico de Fachadas Ventiladas* editado por la *Consejería de Obras Públicas de la C.A. de Murcia*, "la ventilación mejora el comportamiento higrotérmico de la solución constructiva al evitar que se llegue a calentar el aire en la cámara y se produzca la consiguiente transmisión de calor por convección hacia el interior. Además el aire que circula por la cámara favorece la evacuación del vapor de agua que se transmite desde el espacio interior.

El aislamiento garantiza el correcto comportamiento térmico de la solución. La disposición del aislamiento forrando la totalidad del soporte impide que se produzcan puentes térmicos y condensaciones tanto superficiales como interiores.

El coeficiente de transmisión térmica de esta solución puede ser calculado a partir del criterio establecido por la NBE CT 79 para cámaras verticales muy ventiladas; (art. 2.3.2. caso III) a efectos de cálculo de dicho coeficiente la placa de piedra no es considerada.

Otro aspecto de esta solución es la considerable inercia térmica que posee al disponer en el interior su soporte, que en general suele ser de fábrica cerámica de 1/2 pie.

Un cerramiento convencional, con el aislamiento situado cerca del ambiente interior aporta únicamente entre el 10 y el 20% de la masa térmica a la inercia del local. Sin embargo, un cerramiento con el aislamiento situado por la cara exterior aportará el 90%.

En soluciones constructivas bioclimáticas la acumulación debe hacerse fundamentalmente en los elementos estructurales y constructivos del edificio, optimizando de este modo su empleo.

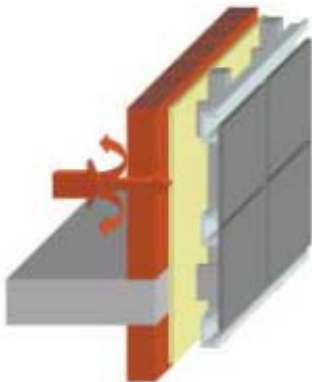
Para hacerse una idea de lo que supone lo anterior, en una habitación situada en Madrid, con fachada orientada al Sur y con un 20% de acristalamiento, si el cerramiento es convencional, con una fábrica cerámica de 11.5 cm. Por el exterior, aislante térmico y, por su interior, un trasdosado de ladrillo hueco sencillo, este cerramiento sin inercia provoca en la habitación un coeficiente de estabilidad térmica de 0.88. Es decir, que al estar próximo a la unidad las variaciones exteriores se notan perfectamente en el interior.

Durante el mes de Julio, a lo largo del día, su temperatura interior varía entre 25.1 y 38.4° C (13.3° C).

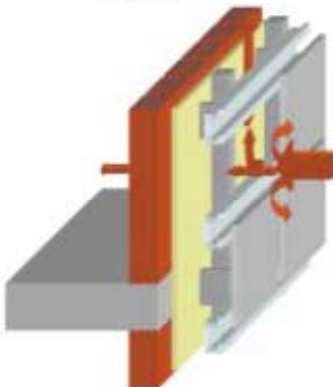
Si el cerramiento se construye con medio pie hacia el interior con el aislante fuera, el coeficiente de estabilidad térmica para a 0.26, permitiendo que la temperatura interior fluctúe entre 29.7 y 33.7° C (4.0° C)."

Resumiendo lo descrito, en la época fría, el soporte acumula el calor interior y, debido a la colocación del aislamiento en el exterior, éste no puede transmitirse al exterior volviendo, por tanto, al interior.

De manera contraria, en los meses cálidos, gran parte del calor radiante es reflejado desde el exterior. Cuando el calor penetra en la cámara de aire la corriente generada por el efecto chimenea, permitirá que éste salga por la coronación de la cámara renovándose este por la parte inferior y, generando así, una circulación de renovación. Una correcta colocación del aislamiento garantizará que la parte de flujo de calor que llegue a la cara interior, sea muy poco.



Comportamiento del flujo de calor en invierno.



Comportamiento del flujo de calor en verano.

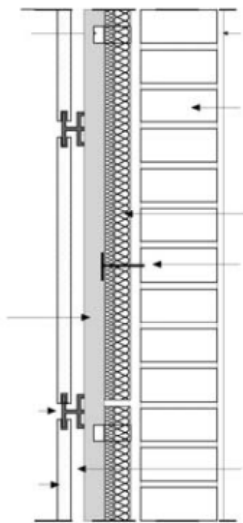
Según *El Manual de fachadas Ventiladas*, “el aislamiento ha de ser no higroscópico e impermeable, como las espumas de célula cerrada, y continuo para lograr su estanquidad, siendo M1 y no M3 como normalmente se suministran si no se especifica.

Los aislantes a base de fibras (fibra de vidrio o lana de roca) se comportan mejor frente al fuego pero requieren una protección frente a la humedad para no perder efectividad como aislamiento térmico.

Debido a que una vez colocado el aislamiento el montaje de los anclajes conlleva la rotura del mismo, si se emplean grapas, en los puntos de fijación se deberá reponer el material aislante antes de montar la placa de piedra que lo impida.”

Entre los tipos de aislamientos más utilizados en fachada ventilada debemos destacar los siguientes:

- Lana de roca. Pertenece a la familia de las lanas minerales cuyo ingrediente principal es la roca volcánica. Su uso va dirigido a funciones de aislamiento térmico y protección contra incendios. Posee una estructura fibrosa multidireccional que proporciona una cantidad de aire inmóvil considerable en su interior lo que favorece el grado de capacidad aislante. Entre sus principales características están las de resistencia al agua de lluvia, no se desfibra ante la acción del viento, no necesita velo protector, etc.



- Lana de fibra de vidrio. Pueden presentarse tanto en forma de paneles rígidos como en rollos. Los paneles rígidos llevan como componente aditivo algún tipo de resina termofijable y en una de sus caras puede llevar adherida una protección de diferentes materiales cuya función es la de actuar como barrera de vapor. No tiene la capacidad de soportar ningún tipo de carga. La característica más importante de la lana de vidrio es que es un excelente aislante térmico que permite minimizar el consumo de energía favoreciendo la consecución de mantener los ambientes térmicamente confortables en el interior de las edificaciones.



Panel de lana de vidrio, revestido en una de sus caras con velo de vidrio de color negro.

- Poliuretano. Este elemento, normalmente, se aplicará proyectado en forma de espuma. Aunque es uno de los aislamientos más eficaces en cuanto a propiedades térmicas se refiere por su capacidad de aire hueco en su interior y es de rápida y fácil ejecución, Para grandes superficies de actuación sale extremadamente caro debido a bajo rendimiento. También debemos tener en cuenta que, en caso de incendio, desprenderá gases tóxicos, de ahí su exclusividad a la hora de utilizarlo en fachadas ventiladas y entre cámaras. Es muy recomendable para rellenar esos huecos al que otros aislamientos no tienen acceso y para rejuntar sus fisuras. También se usa para rellenar los anclajes. Una vez aplicado, su volumen aumentará alrededor de 30 veces su estado líquido inicial. Toma una consistencia de plástico sólido y es muy adherente.



- Poliestireno expandible. También conocido como EPS. Su manera de presentarse es mediante planchas rígidas. Admite revocos armados con fibra de vidrio. Su estructura interna está constituida por células cerradas compuestas de un 98% de aire, formando un entramado que se asemeja al nido de abejas. Debido principalmente a su gran contenido de aire, resulta un excelente aislante térmico. A parte de mantener sus propiedades a lo largo del tiempo, no absorbe prácticamente nada de agua. La gran mayoría de las marcas que comercializan el Poliestireno en fachadas, contarán con la marca N de Aenor.



### 5. SUB ESTRUCTURA

Denominamos sub estructura a la perfilera de sujeción de la hoja exterior, o acabado, a la hoja interior portante.

Anteriormente hemos visto que existen anclajes directos que ya realizan esta función.

En este apartado veremos aquella que mediante escuadras de unión y perfiles verticales y horizontales posibilitan gran variedad de opciones y soluciones dependiendo del acabado elegido.

En principio encontraremos dos tipologías básicas, perfilera de aluminio y perfilera de acero galvanizado. Estos dos grandes grupos globalizan prácticamente la totalidad de la perfilera utilizada en la realización de fachadas ventiladas.

Normalmente el tipo de perfilera a utilizar lo definirá el acabado de la fachada. Esta perfilera, gran parte de las veces, vendrá prescrita, e incluso suministrada, por el mismo fabricante de las piezas de acabado. Es más, si no se adquiere a el mismo, no facilitan el certificado de garantía oportuno.

Como elemento de unión entre los perfiles verticales y la pared portante, tenemos las escuadras (ménsulas). Existen gran variedad de tipos con funciones específicas.

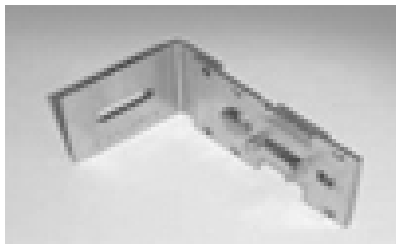
- Ménsula de sustentación. Son las encargadas de soportar el peso del conjunto y cargas de viento. Se colocan en los elementos estructurales del edificio, normalmente los forjados.



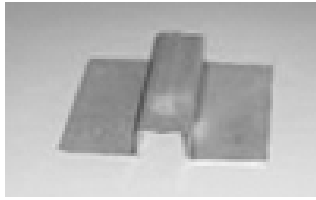
- Ménsula de retención. cuya única función es soportar las cargas horizontales generadas por el viento; se colocan sobre el muro soporte, normalmente de manera alternada por la derecha y por la izquierda.



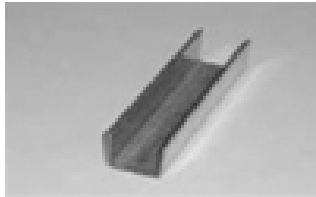
- Escuadra regulable de acero galvanizado.



- Perfil omega de acero galvanizado. Perfil vertical o montante sobre el cual se fijan directamente de manera mecánica o adhesiva los paneles de acabado. La omega permite realizar la función de junta vertical entre dos paneles.



- Perfil en “U” de acero galvanizado. Perfil vertical o montante sobre el cual se fijan directamente de manera mecánica o adhesiva los paneles de acabado. Los perfiles “U” se colocan en las partes intermedias de los paneles.



- Perfil “T” de aluminio. Se utiliza normalmente como soporte auxiliar del sistema de fijación de las piezas de cerámica y piedra.



- Grapa vista



- Grapa oculta



### 6. ACABADO EXTERIOR

Existen gran cantidad de acabados. Pasaremos a describir brevemente los principales, los cuales detallaremos en el próximo apartado.

- **Cerámica**
  - Está compuesta por arcilla manipulada y endurecida mediante su cocción al horno, lo cual refleja la base de los trabajos realizados para la obtención de cerámica.
  - Como hemos podido ver con anterioridad, es un material natural utilizado desde la antigüedad, y, viendo que todavía existen muestras de ello, refleja su carácter imperecedero y su durabilidad.
  - Podemos enmarcarlo perfectamente en el entorno que habite, aportando un aspecto natural y altamente estético.
  - El mercado ofrece gran variedad de tipologías en cuanto a espesores, formatos y colores. Así mismo las podremos encontrar con relieves lo que ensalzará el acabado de la fachada.
  - Por sus características, es uno de los materiales recomendables para su utilización en fachadas ventiladas.
  
- **Piedra natural**
  - Es un material natural de excelentes características para su utilización en fachadas otorgando un acabado estético y naturista excelente.
  - Como en el caso anterior, es un material con una durabilidad demostrada ya que es utilizado desde los inicios de los tiempos y existe constancia de ello.
  - Se puede encontrar en gran variedad de formatos y tipologías y ofrece grandes posibilidades en cuanto a volúmenes y diferentes formas se refiere.
  - En la mayoría de los casos, es apta para su manipulación y mecanizado posterior.
  - Ofrece una excelente resistencia a los agentes atmosféricos externos.
  
- **Paneles fenólicos**
  - Es un material compuesto que ya lleva más de 20 años utilizándose en el mundo de la construcción.
  - Ofrece una gran variedad de colores y por su relativamente fácil manipulación, se podrá encontrar representada en fachadas en forma de atrevidas combinaciones y formas.
  - Tiene una gran resistencia mecánica y a los agentes atmosféricos.
  - Los podremos encontrar en diferentes sistemas de anclaje a la subestructura, ya sea mediante remaches, grapas, adheridos, etc.

- Paneles de fibrocemento
  - Podemos considerarlos paneles de alta tecnología y permiten, cada vez más, verse en todo tipo de fachadas de la arquitectura actual.
  - Resisten perfectamente a los agentes atmosféricos y tienen una consideración de vida útil de un mínimo de 40 años. Además, no necesitan prácticamente ningún mantenimiento, salvo el habitual en otros tipos de fachada como puede ser la limpieza originada por la contaminación atmosférica.
  - Podemos encontrarlos en una gran variedad de colores y texturas, lo que ofrecerá grandes posibilidades de diseño garantizando su duración y su aspecto.
  - Tienen la posibilidad de manipularse y mecanizarse “in situ”.
  - Podemos considerarlos altamente ligeros y fáciles de instalar. Estos podrán encontrarse mediante fijación oculta o fijación vista.
  
- Aplacado de panel más revoque.
  - Configurado principalmente por un aplacado a base de paneles de un material compuesto a base de gránulos procedente de vidrio reciclado y resina epoxi a la que se aplica in situ una capa de revoco decorativo.
  - Los revoques constan exclusivamente de materias primas minerales que se adquieren y elaboran sin contaminar el medio ambiente
  - Aplicación sin juntas
  - Ideal para sustratos problemáticos con absorción de grandes irregularidades.

### 05. ACABADOS



En el presente capítulo se hará referencia a aquellos acabados más utilizados. Para ello, y teniendo en cuenta que los acabados de similares características tendrán soluciones iguales o muy parecidas, se hará alusión a una marca comercial en representación de la tipología a tratar. Cabe decir que, personalmente, he tratado y trabajado con las marcas mencionadas, de aquí su conocimiento y representación.

“Para describir el sistema, posibilidades y características se han utilizado los catálogos y manuales de las firmas a estudio.”

- Cerámica. Tipo FRONTEK



Pieza de cerámica extrusionada que cuenta con unas excelentes cualidades técnicas para el revestimiento de fachadas: gran dureza, ligereza, alta resistencia y durabilidad, baja absorción de agua y un excelente comportamiento ante los agentes climáticos y medio ambientales.

Está especialmente diseñada para ser anclada sobre una estructura metálica y asegurar una rápida y sencilla instalación del sistema.

Es un producto que destaca por su gran ligereza -tan sólo pesa 25,24 Kg/ m<sup>2</sup>- y durabilidad.

Su diseño garantiza una fijación óptima a la estructura sin necesidad de cortes o perforaciones adicionales que pudieran debilitar su resistencia.

Este tipo de placas se pueden adquirir en diversidad de formatos. En el ejemplo que estamos estudiando, el tipo de placa Frontek, éstos son de 40,5 x 80 cm, 40,5 x 90 cm, y 40,5 x 100 cm.

Sus principales ventajas constructivas son:

- Rapidez de ejecución.
- Ligereza del sistema sobre el paramento.
- Facilidad de instalación.
- Sustitución de baldosas independientes.
- Escaso mantenimiento.
- Excelente estabilidad del recubrimiento cerámico, sin riesgo de fisuras ni desprendimientos.

Los modernos sistemas mecánicos de fijación han revolucionado totalmente el concepto de colocación cerámica en fachadas. Para soportar el revestimiento cerámico, Frontek presenta

dos sistemas de anclaje totalmente desarrollados. Ambos sistemas son muy sencillos de instalar y se diferencian en el sistema de agarre que puede ser por grapa, sistema Plus, o por guías horizontales, sistema Superplus.

El **sistema Plus** está formado por:

- 1.- Placa de revestimiento FRONTEK
- 2.- Perfil vertical de aluminio
- 3.- Grapas de fijación 4x4 Inox
- 4.- Tornillos autoblocantes Inox
- 5.- Ménsulas de sustentación y retención



Greco Gres ha desarrollado un anclaje autoportante que permite enganchar las placas cerámicas mediante una grapa de acero inoxidable que incorpora la última tecnología.

Frente a otros sistemas similares que existen en el mercado, la nueva generación de fachadas ventiladas de Greco Gres ofrece una pieza exclusiva que no tiene que sufrir ningún corte o perforación para ser fijada a la grapa, lo que permite mantener sus propiedades intactas, una vez anclada a la estructura. De este modo se evita el posible debilitamiento que sufren las baldosas colocadas por otros sistemas de fijación que precisan realizar cortes, perforaciones o hendiduras para su fijación a la estructura.

El sistema permite la fijación de cuatro placas cerámicas mediante una grapa que sirve de retención para las dos piezas inferiores, y de apoyo y retención para las dos superiores. Las grapas se fijan a una estructura de perfiles verticales de aluminio mediante tornillos autoblocantes de acero inoxidable.

Para la colocación de las grapas es necesario marcar una línea de referencia de nivel para cada 2 o 3 piezas. Una vez marcado el nivel se coloca la grapa y se procede a fijar la pieza. Se aconseja hacer tiradas en horizontal, a tramos, teniendo especial cuidado con los descuadres, desplomes y desniveles.

Es conveniente respetar una separación mínima de 6 milímetros entre las placas cerámicas FTK para permitir eventuales movimientos del sistema.



Todo el sistema está pensado para ser complementado mediante una fijación química entre los perfiles verticales y las piezas Frontek, de esta forma no solo se evitan cualquier tipo de vibraciones, sino que se multiplica enormemente la capacidad de absorción de impactos y movimientos bruscos de la pieza, además de asegurar ésta en caso de rotura. Estos productos desarrollados para nuestra pieza disponen de certificado de no envejecimiento.

Este sistema ofrece una gran versatilidad y rapidez de instalación, además de tener una excelente relación calidad/precio.

En su desarrollo se ha buscado la máxima ligereza de la estructura, que en este sistema de anclaje sólo añade 1,5 Kg/ m<sup>2</sup> de peso a la pieza, lo que se traduce en una fachada ventilada de tan sólo 26,74 Kg/ m<sup>2</sup> de peso.



Detalle de elementos principales de anclaje.

El **sistema Superlus** está formado por:

- 1.- Placa de revestimiento FRONTEK
- 2.- Perfil vertical de aluminio
- 3.- Perfil horizontal de aluminio
- 4.- Gomas de ajuste
- 5.- Ménsulas de sustentación y retención



El nuevo Sistema Integral de Fachada Ventilada Superplus es registrable en cualquier punto y permite sustituir fácilmente las piezas FRONTEK en cualquier momento. Cada placa cerámica se ajusta individualmente al soporte, con independencia del resto de las piezas, con lo que se evita la acumulación de esfuerzos y el riesgo de roturas y desprendimientos.

Es un anclaje que permite colocar las placas en la fachada mediante estructuras que permanecen ocultas desde el exterior, constituidas por una serie de perfiles horizontales que forman una malla ortogonal con los verticales, repartidos con la galga.

La nueva pieza, FRONTEK, cuenta con una sección longitudinal en el canto superior e inferior que encaja perfectamente y garantiza la mayor seguridad en la fijación.

El anclaje permite la integración del perfil de aluminio en la nueva placa cerámica FTK. Las ranuras longitudinales de la pieza encajan en el perfil a lo largo de toda la dimensión de la pieza que queda totalmente fijada por su parte superior e inferior.

Para evitar el denominado “efecto caminar” entre estos dos materiales se colocan unas guías de goma (EPDM o neopreno).

Estos topes garantizan la transmisión homogénea de cargas y permiten las dilataciones diferenciales entre el aluminio y la cerámica. Así como cualquier posible vibración, el sistema posee una fijación química que además de dar a la fachada un efecto de enmacizado al tacto garantizan la transmisión homogénea de cargas y aseguran el no desprendimiento de la misma en caso de rotura.

## LA FACHADA VENTILADA

### Su Estudio y Posibilidades

Este producto desarrollado para nuestra pieza dispone de certificado de no envejecimiento.

La ligereza de la estructura sólo añade 4 Kg/ m2 de peso a la pieza, lo que se traduce en una fachada ventilada de tan sólo 29,24 Kg/ m2.

Características técnicas de la placa Frontek:

Características técnicas <i>Technical data</i>			Norma de referencia <i>Reference Standard</i>
Proceso de Fabricación	Pieza cerámica extrusionada en proceso de monococción		UNE EN 14411 ISO 13006
Características físicas <i>Physical data</i>	UNE EN 14411 ISO Standard 13006	VALORES OBTENIDOS OBTAINED VALUES	Norma de ensayo <i>Testing Standard</i>
Absorción de agua <i>Water absorption</i>	E 0,5%	0,1%	UNE-EN ISO 10545 Parte 3/ <i>Part 3</i>
Resistencia a la flexión (N/mm <sup>2</sup> ) y fuerza de rotura (N) <i>Flexion resistance N/sq. mm. And breaking strenght</i>	35 N/mm <sup>2</sup>	35-55 N/mm <sup>2</sup> 2000 N	UNE-EN ISO 10545 Parte 4/ <i>Part 4</i>
Resistencia al impacto (Coeficiente de Restitución). <i>Impact Resistance</i>	0,55	0,80	UNE-EN ISO 10545 Parte 5/ <i>Part 5</i>
Resistencia a la Abrasión Profunda <i>Resistance to Deep Abrasion</i>	175 mm <sup>3</sup>	< 175 mm <sup>3</sup>	UNE-EN ISO 10545 Parte 6/ <i>Part 6</i>
Dilatación térmica lineal <i>Lineal thermic dilatation</i>	< 9 x10 <sup>-6</sup> / °C	< 9x10 <sup>-6</sup> / °C	UNE-EN ISO 10545 Parte 8/ <i>Part 8</i>
Resistencia al choque térmico <i>Thermal shock resistance</i>	Resiste la prueba <i>It stands the test</i>	Resiste la prueba <i>It stands the test</i>	UNE-EN ISO 10545 Parte 9/ <i>Part 9</i>
Dureza al rayado superficial (Scala Mohs) <i>Surface scratch resistance (Mohs scale)</i>	Mínimo 6 Minimum 6	6-7	UNE-EN 67-101
Resistencia a la helada <i>Frost resistance</i>	Resiste la prueba <i>It stands the test</i>	Resiste la prueba <i>It stands the test</i>	UNE-EN ISO 10545 Parte 12/ <i>Part 12</i>
Resistencia a las manchas <i>Frost resistance</i>	Clase 1 al 5 Class 1 to 5	Clase 4-5 Class 4-5	UNE-EN ISO 10545 Parte 14/ <i>Part 14</i>

- Piedra natural. Tipo STROW

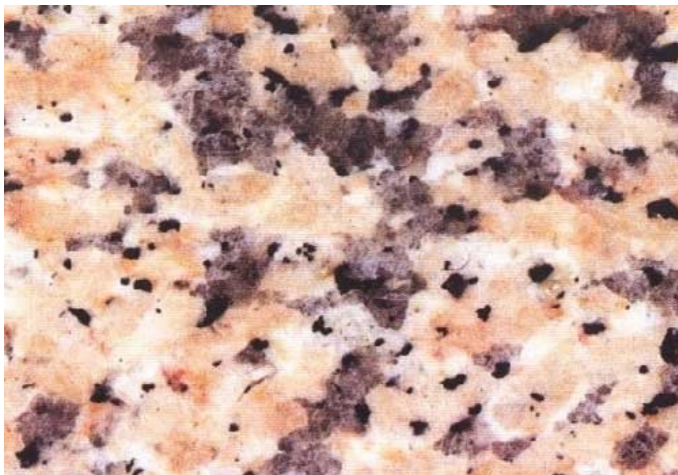
Los materiales de carácter pétreo natural más utilizados como revestimiento de fachada ventilada en España suelen ser de tipo nacional. No obstante podremos ver que, para conseguir los acabados deseados en el proyecto diseñados por los arquitectos, se deberá recurrir a la importación de dichos materiales.

Los materiales más usuales son:

### **Granito**

“El granito, también conocido como piedra berroqueña, es una roca ígnea plutónica constituida esencialmente por cuarzo, feldespato y mica. Mientras el término según los estándares de Unión Internacional de Ciencias Geológicas tiene una a una composición estricta, el término granito es a menudo usado dentro y fuera de la geología en un sentido más amplio incluyendo a rocas como tonalitas y sienitas de cuarzo. Es la roca más abundante de la corteza continental. Se produce al solidificarse lentamente magma con alto contenido en sílice a alta presión.

Como este magma contiene menos magnesio incluso que la corteza continental, tiene menor peso específico y por ello asciende a través de ésta en unas estructuras características en forma de gota invertida que suelen solidificarse antes de llegar a la superficie. Para que la roca que se forme sea granito es necesario que se solidifique lentamente el magma y a gran presión. Cuanto más grandes sean los feldespatos, más lentamente se ha solidificado el magma. Estas estructuras solidificadas aparecen en superficie por la acción de la erosión y son llamadas batolitos. A causa de su gran dureza, es frecuente que terminen siendo la cima de una montaña que se distingue por su típica forma redondeada.” *Arquitectura en granito, editado por la Fundación Centro Tecnológico del Granito*



Granito Rosa Porriño

### **Mármol**

El mármol es una roca metamórfica compacta que se origina por medio de una serie de procesos geológicos formada a partir de rocas calizas que, sometidas a elevadas temperaturas y presiones, alcanzan un alto grado de cristalización. Estos cambios son consecuencia de la búsqueda del equilibrio físico-químico de las rocas cuando se encuentran sometidas a ambientes diferentes de aquel en que se formaron.



Los principales agentes que producen estas transformaciones son los fluidos químicamente activos, la presión y la temperatura. En su constitución predominará el carbonato cálcico ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ). Serán los pequeños minerales que acompañan al elemento principal (mica, silicatos magnésicos, grafito, óxidos de hierro, etc.), considerados impurezas, los que darán gran variedad de colores en los mármoles y definen sus características físicas. Tras un proceso de pulido por abrasión el mármol alcanza alto nivel de brillo natural, es decir, sin ceras ni componentes químicos.



Mármol Crema Marfil

El mármol se utiliza y se ha utilizado a lo largo de los años y desde la antigüedad, principalmente en la construcción, decoración y escultura. Lo podemos encontrar en diferentes formatos y colores, así como de coloración uniforme en su constitución, como jaspeada, vetada y diferentes combinaciones entre las ya citadas.

### **Arenisca**

La arenisca o psamita es una roca sedimentaria de tipo detrítico compuesta por granos de cuarzo, usualmente unida por granos de sílice, que puede presentarse con diversos colores, muy utilizada en sistemas constructivos.

Como se verá en múltiples publicaciones, se considera que los granos que conforman la estructura de las areniscas pueden ser gruesos, finos o medianos, bien redondeados; de textura detrítica o plástica. Aunque el mineral principal que las compone es el cuarzo, las areniscas pueden estar constituidas totalmente de yeso o de coral. Las arenas verdes o areniscas glauconíticas contienen alto porcentaje del mineral glauconita. La arcosa es una variedad de arenisca en la que el feldespato es el mineral dominante además del cuarzo.

La gama de colores puede variar desde el blanco, en el caso de las areniscas que contienen cuarzo puro, hasta de color oscuro, casi negro, en el caso de las areniscas que contienen elementos ferro-magnésicos.

Las areniscas figurestá considerada como una de las rocas consolidadas más porosas, aunque ciertas cuarcitas sedimentarias pueden tener menos de 1 % de espacios vacíos. La durabilidad y el grado de permeabilidad dependerá o vendrá marcada por el tamaño y situación de los huecos o poros. Debemos destacar su buen comportamiento ante el fuego.



Arenisca dorada Baigorri

### Caliza

El componente principal de la piedra caliza es carbonato de calcio. Como el caso anterior, estamos hablando de un tipo de roca sedimentaria, Su composición vendrá acompañada de pequeñas cantidades de otros minerales como arcilla, cuarzo, etc. La dosificación de estos pequeños materiales marcarán y modificarán las características principales de la calcita, aportando colores y un grado de coherencia y compacidad no propio del material en sí.

Posee dos características que la hacen fácilmente reconocible, una característica física que es que es menos dura que el cobre, pudiéndose rayar por él, y una química que es que reacciona ante componentes ácidos, como el ácido clorhídrico, en modo de efervescencia.

Dentro de las calizas podemos encontrar algunas muy utilizadas habitualmente: Gris Macael, Senia, Sierra Elvira, ... pero quizás se debería destacar una por su utilización y posibilidades. Esta sería la Piedra de Bateig.

La piedra BATEIG es una biocalcarenita extraída en la provincia de Alicante (España) y que se utiliza como roca ornamental, tanto en obra nueva como para la restauración de patrimonio.

La petrología y las características físicas han sido estudiadas en el laboratorio de Petrología Aplicada de la Universidad de Alicante, que les ha otorgado el sello de calidad de esta prestigiosa institución. Asimismo hay que destacar que tanto las propiedades mecánicas como su aspecto y color se mantienen con un alto grado de homogeneidad. También la piedra BATEIG destaca por su buen comportamiento ante los ciclos de hielo-deshielo.

CARACTERÍSTICAS PIEDRA BATEIG - BEIG			
Tipo (MIA)	Medio	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	2,22
Porosidad 7-0,005 ium (%)	18,32	A. absor. (%)	5,7
Porosidad 200-7 ium (%)	0,35	Resistencia Compresión (Mpa)	34,3
Mineral	cal,c	Módulo Ruptura (Mpa)(*)	11,08
Comp. Quim.		% Pérdida de Peso (heladicidad)	0,08
CaCO <sub>3</sub> (%)	>85	Resistencia a Compresión (Mpa)(*)(1)	35,1
MgCO <sub>3</sub> (%)	>1	Velocidad Sónica (m/s)	3392

# LA FACHADA VENTILADA

## Su Estudio y Posibilidades

La calidad, nobleza y características especiales de este material permite trabajar la piedra Bateig en diferentes formatos, como rayado, escodado, arenado, envejecido, abujardado grueso y abujardado fino.



Las características técnicas de la Piedra de Bateig son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS SEGÚN MÉTODOS DE ENSAYO PARA PIEDRA NATURAL. NORMAS UNE-EN PHYSICAL CHARACTERISTICS ACCORDING TO ASSAY METHODS FOR NATURAL STONE. UNE-EN STANDARDS		VALOR MEDIO AVERAGE VALUES
Absorción de agua a presión atmosférica (UNE-EN 13755) (%): Water absorption at atmospheric pressure (UNE-EN 13755) (%):		4,1 ± 0,5
Densidad aparente, densidad real y porosidad abierta y total (UNE-EN 1936) Apparent density, real density, open and total porosity (UNE-EN1936)T		
Densidad aparente (Kg/m3): Apparent density (Kg/m3):		2240 ± 20
Densidad real (Kg/m3): Real density (Kg/m3):		2760 ± 10
Porosidad abierta (%): Open porosity (%):		10,2 ± 1,8
Porosidad total (%): Total porosity (%):		16,8 ± 2,5
Resistencia a flexión bajo carga concentrada (UNE-EN 12372), (MPa): Flexion resistance under concentrated load (UNE-EN 12372). (MPa):		9,9 ± 1,7
Resistencia a compresión (UNE-EN1926); (MPa): Compression resistance (UNE-EN1926); (MPa):		42,0 ± 4,2
Resistencia al desgaste (UNE-EN 1341; Anexo C). (mm): Weathering resistance (UNE-EN 1341; Annex C). (mm):		24,0 ± 0,5
Energía de rotura (UNE-EN 14158) (J): Breaking energy (UNE-EN 14158) (J):		2,3 ± 0,2
Resistencia al choque (UNE 22-189-85). (cm): Shock resistance (UNE 22-189-85). (cm):		23
Coefficiente de absorción de agua por capilaridad (UNE-EN 1925). C (g/m2 s0,5): Water absorption coefficient by capillarity (UNE-EN 1925). C (g/m2 s0,5):		21,6 ± 2,4

### **Pizarra**

Como los propios fabricantes indican, la pizarra es una roca sedimentaria o roca fósil ornamental homogénea de grano fino, fácil de separar en hojas o láminas. Su composición varía según el tipo y procedencia. Está constituida por minerales compuestos, y en todas se incluye el sílice y los silicatos complejos de alúmina, y está constituida por lodo y aluvión. Procede de la transformación de las rocas sedimentarias sometidas a fuertes presiones que proceden de presiones tectónicas. Se forma cuando los minerales de la arcilla que integran rocas de grano fino, como la pelita se transforma en mica o clorita. Por pertenecer al grupo básico de rocas sedimentarias, la pizarra se forma en cualquier lugar que haya depósitos de arena, lodo y sedimentos; estos se unen y forman rocas que se integran de diversos modos y tipos de rocas, entre ellas la pizarra.



El grado de exfoliación será mayor cuanto más finos y mejor orientados estén los elementos que los componen.

Posee este material unas condiciones físicas que la hacen un material idóneo y óptimo para la construcción. Su aplicación en cubiertas a lo largo de los siglos ha permitido evolucionar las técnicas de colocación sin perder la artesanía. Se adapta a todas las formas, pendientes, planos y líneas de las cubiertas, paredes y suelos. En la actualidad el uso de la pizarra se ha generalizado en todo tipo de construcciones por sus cualidades naturales: no se descompone, es impermeable, no porosa y además posee un bajo coeficiente de transmisión de calor, lo cual es muy importante en climas cálidos donde aún no está muy extendido su uso.

España es el primer productor de pizarra a nivel mundial, en nuestro país existen unas 125 empresas dedicadas a la explotación de este material. La mayor concentración se sitúa en Galicia y norte de León, destacando por su producción la comarca de Valedoras en la provincia de Ourense.

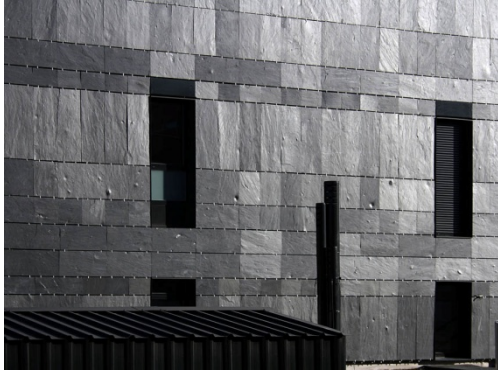
La extensión que ocupa en Galicia constituye aproximadamente un tercio de la superficie total de su territorio. La facilidad que presenta este material para exfoliarse en placas o en láminas ha sido el motivo de su amplia utilización por el hombre desde los tiempos más primitivos hasta la actualidad.

En los últimos años ha tenido lugar un incremento en la actividad de extracción de esta roca por su aplicación fundamentalmente en cubiertas y fachadas en el sector de la construcción.

Nuevas técnicas en su colocación han ayudado en gran medida a este auge.

Las técnicas de colocación en fachadas mediante subestructuras han impulsado a que este material sea escogido en la construcción moderna.

Las fachadas ventiladas son una opción importante a la hora de escoger el medio de colocación para este material, dado que su falta de porosidad impide una óptima adherencia en colocaciones mediante morteros.



En las fachadas ventiladas, especialmente en aquellas que no mecanizan el material y que se limitan a sujetar las piezas mediante muelles y anclajes vistos, son los más adecuados para su colocación, dado que se limitan a sujetar el material sin que este sufra ningún tipo de esfuerzo que pueda llevar a un debilitamiento o incluso a la rotura.

Un ejemplo de sistema de colocación tipo para las fachadas de piedra natural (granito, mármol, arenisca, calizas, pizarras, etc...) podría ser el sistema Strow en su versión Epsilon grapa oculta.

Es un sistema de grapas y subestructura de aluminio para la fijación de revestimientos de piedra natural en fachadas ventiladas.

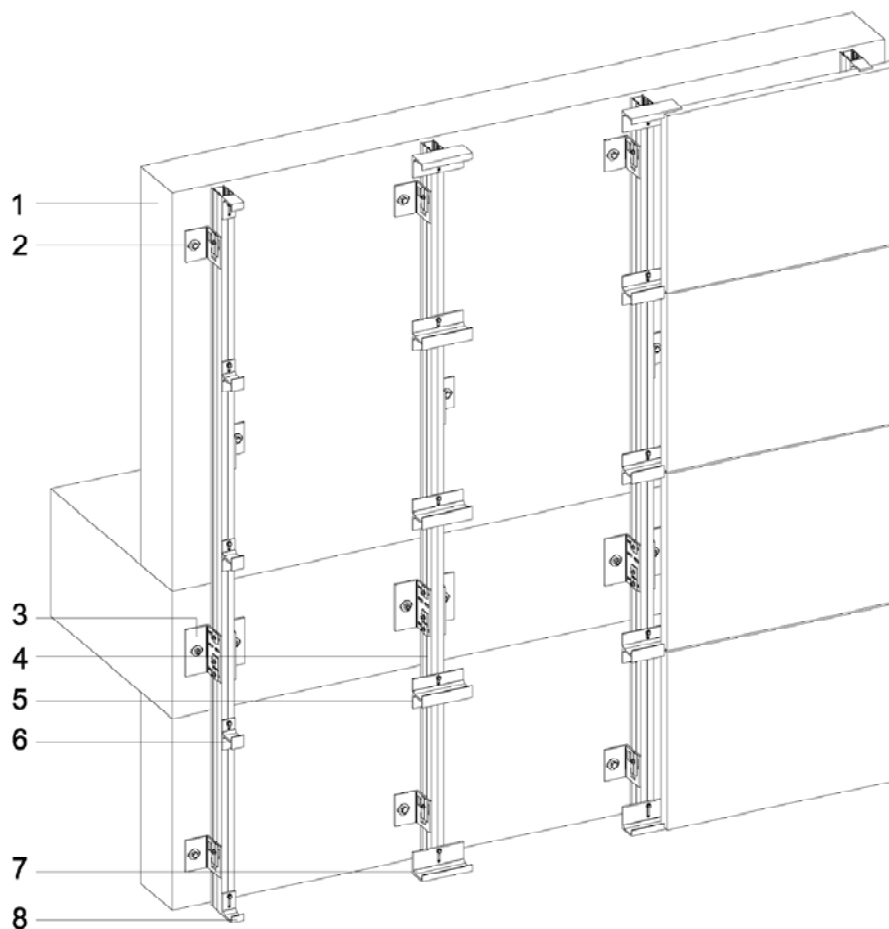
El sistema Epsilon 'O' es un sistema de fijación de revestimientos de piedra natural en fachadas ventiladas, formado por los siguientes componentes:

- Elementos de fijación del revestimiento:
  - Grapas Sigma Uña Oculta de aluminio, para la fijación por la junta horizontal de los revestimientos de piedra natural.
- Subestructura para la fijación de las grapas y fijada a la estructura soporte. Esta subestructura está formada por:
  - Perfil vertical Epsilon 'O' de aluminio de sección tubular hueca.
  - Escuadras de aluminio para el anclaje a la estructura soporte.
  - Elementos de fijación (tornillos autotaladrantes de acero inoxidable y contrapletinas de aluminio).

El sistema Epsilon 'O' consigue un espesor de la cámara de aire generada entre las placas de revestimiento y la estructura soporte de 95 a 125 mm.

Las placas de revestimiento deben cumplir una serie de características generales relacionadas con estos componentes que deberán tenerse en cuenta para un correcto diseño del sistema Epsilon 'O':

- Las juntas verticales y horizontales del revestimiento quedan abiertas.
- Las placas para revestimiento de piedra natural deben disponer del marcado CE según la norma armonizada UNE EN 1469. Las dimensiones de las placas de revestimiento de piedra natural admitidas por el sistema Epsilon 'O' variarán en función de su densidad. La longitud de las placas de revestimiento no debe ser superior a 1000 mm y el espesor no debe ser superior a 30 mm. Asimismo, cuando la longitud de las placas es 1000 mm se recomienda una altura máxima de 500 mm.



1. Estructura soporte.
2. Escuadra de apoyo de aluminio.
3. Escuadra de carga de aluminio.
4. Perfil vertical de aluminio.
5. Grapa Sigma Uña Oculta doble central.
6. Grapa Sigma Uña Oculta simple extrema.
7. Grapa Sigma Uña Oculta doble central inicio-remate.
8. Grapas Sigma Uña Oculta simple extrema inicio-remate.



El sistema Epsilon 'O' se usa como sistema constructivo para la fijación del revestimiento en la ejecución de la hoja exterior de fachadas ventiladas.

Las estructuras soporte sobre las que se puede colocar el sistema Epsilon 'O' pueden ser: obra de fábrica (arcilla cocida u hormigón), estructura metálica y estructura de hormigón.

En todos los casos estos soportes deberán tener la resistencia y estabilidad adecuada para soportar los esfuerzos transmitidos por el sistema Epsilon 'O'.

Se deberá tener en cuenta la capacidad resistente del elemento soporte en función de las exigencias básicas del CTE respecto a la seguridad estructural así como las exigencias de la norma básica NCSE-02 para zonas donde existan requisitos sísmicos.

Asimismo, en el caso de que la estructura soporte sea metálica, por ejemplo de acero laminado, se evitará el contacto directo entre ésta y el sistema Epsilon 'O'.

Los anclajes al soporte deberán elegirse en función de éste y de los esfuerzos a los que van a ser sometidos.

Asimismo, deberán estar protegidos frente a la corrosión en función del ambiente donde vayan a ser utilizados.

El sistema Epsilon 'O' puede ejecutarse en obras nuevas y en obras de rehabilitación, con fachadas de geometría plana.

- Paneles fenólicos. Tipo Formica VIVIX

VIVIX® by Formica Group, es un panel fenólico rígido de fachada exterior con superficie decorativa en ambas caras. Sólidos y elásticos, estos paneles rígidos homogéneos se fabrican utilizando resinas termoendurecidas reforzadas con fibra de celulosa para mayor resistencia y durabilidad.

- Los paneles son altamente resistentes al impacto y la abrasión
- Los paneles VIVIX son resistentes a los rayos ultravioleta y a las condiciones atmosféricas y han sido rigurosamente probados para un uso exhaustivo de acuerdo a la norma EN 438-6&7.
- Disponibles en una amplia variedad de colores y diseños, en sintonía con una línea arquitectónica contemporánea.
- Los paneles VIVIX se pueden mecanizar con facilidad y cortarse en diversas formas y tamaños para materializar cualquier propuesta de diseño.
- Los paneles pueden modificarse en obra según las necesidades.
- Los paneles VIVIX tienen un mantenimiento fácil y, en la mayor parte de los casos, se pueden limpiar sencillamente con detergente suave y agua, tal y como se especifica en el Manual de uso para los paneles VIVIX.

El concepto de fachada ventilada se basa en una cámara de aire abierta entre el revestimiento exterior del edificio y su cerramiento, permitiendo de este modo una ventilación continua en el interior de la cámara y mejorando la protección térmica, la estanqueidad y la estabilidad.

El sistema de fachada ventilada está compuesto por:

- Revestimiento exterior (paneles VIVIX®)
- Cámara de aire

- Subestructura portante
- Cerramiento interior o muro soporte

La fachada ventilada protege al edificio frente a los agentes atmosféricos, produciendo efectos diferenciados según las estaciones. En verano, la corriente renovadora de aire frío que se genera en su interior, evita el recalentamiento de los paramentos exteriores de los edificios, impidiendo que las temperaturas en el interior se eleven. En invierno, esta tendencia se invierte y lo que se evita es la salida de calor de la edificación.

Una de las principales ventajas de la fachada ventilada es la estanqueidad al agua.

Por una parte, el revestimiento exterior actúa como pantalla protectora frente a la lluvia o nieve y por otro lado, la circulación del aire dentro de la cámara hace que la humedad se evapore, conservando el edificio seco y aislado y evitando de este modo la aparición de una serie de patologías.

El revestimiento de las fachadas mediante paneles VIVIX puede ser desde la fijación de dichos paneles a sencillos listones de madera, hasta el sistema constructivo de fachada ventilada con sistemas patentados de aluminio o acero, con fijaciones vistas u ocultas.



Los paneles VIVIX® integran el compromiso de Formica Group con los principios y prácticas de sostenibilidad.

Los paneles VIVIX se fabrican en Europa con un impacto medioambiental mínimo, tal y como define la Evaluación de la Vida Útil (LCA) del producto de Formica Group.

La Evaluación de la Vida Útil sigue la pista a los efectos ecológicos de un producto a lo largo de su vida útil desde la obtención de la materia prima, manufactura y transporte, hasta su uso, reutilización, reciclado y disposición a vertedero.

Características respetuosas con el medioambiente de VIVIX:

- Contiene un 3% de fibra de madera reciclada pre-consumidor (ISO 14021)
- Baja emisión certificada por el Instituto Ambiental de EE.UU Greenguard Environmental Institute
- La fibra de madera utilizada en el proceso de fabricación proviene de bosques gestionados responsablemente
- Todos los pigmentos de color carecen de metales pesados y disolventes
- La multiplicidad de tamaños de los paneles optimiza la producción y minimiza los desechos de fabricación
- Utilizados en la fabricación de muros cortina, los paneles VIVIX contribuyen a la eficiencia térmica del edificio
- Pueden contribuir a la optimización del comportamiento energético del edificio y el control de la humedad
- Las plantas de fabricación europeas están acreditadas por la ISO 14001
- Las plantas de Formica Group han obtenido la certificación Cadena de Custodia de FSC (Forest Stewardship Council). La red de plantas Europeas participantes se detalla en el certificado nº TTCOC-003588.

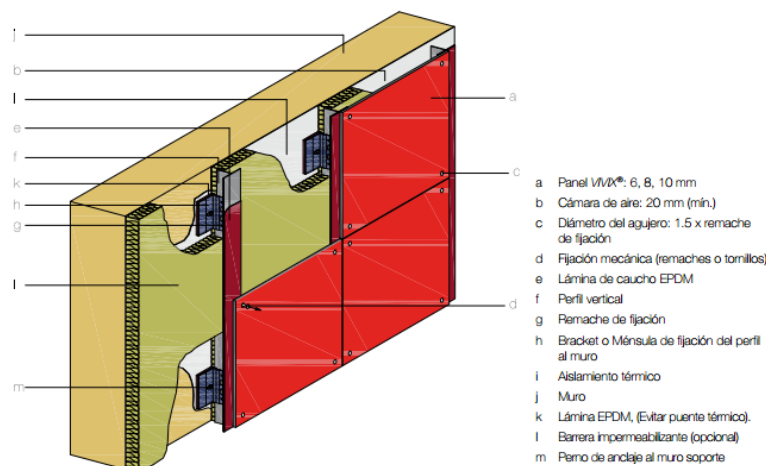
Desarrollados en colaboración con arquitectos y asesores en cromatografía, la gama de posibilidades de los paneles VIVIX® incluye:

- colores lisos con sofisticados tonos neutros y tonos llamativos
- diseños abstractos inspirados en la naturaleza
- abundantes vetas en la madera

Que permiten al diseñador:

- crear una identidad única para el edificio
- acentuar elementos arquitectónicos
- mejorar la eficiencia energética mediante la elección de colores más claros que reflejen la luz y por tanto el calor solar.

Todos los colores de la gama VIVIX han sido sometidos a rigurosos controles para garantizar la estabilidad a los rayos ultravioleta de acuerdo con la norma EN-438-2 según los métodos de pruebas 28 y 29 de estabilidad del color y resistencia a la intemperie. Los paneles se ponen a prueba para garantizar su resistencia y estabilidad al paso del tiempo.



- Paneles de fibrocemento. Tipo Euronit.

Los paneles son un material moderno, fabricado con materias primas naturales y sin impacto medioambiental negativo. Sus características satisfacen las altas exigencias de la actualidad en cuanto a construcción y diseño. Esta tecnología cuenta con más de 20 años de desarrollo, observación y experiencia, avalada en duras pruebas de laboratorio, en pruebas a tiempo acelerado y en su empleo en la construcción. Desde 1980 se han empleado millones de metros cuadrados en productos para techos y fachadas, que resisten las más duras condiciones climatológicas.

Los paneles de grandes dimensiones para fachadas ventiladas han demostrado su eficacia práctica. Se trata de un material incombustible y altamente comprimido, con cemento y fibras.

Una vez endurecido es resistente el desgaste y a la climatología. El componente principal es el cemento Pórtland, resultado de un proceso termo-químico en que se mezclan y calcinan piedra calcárea y arcilla. Para la optimización de las características del producto se añaden aditivos como por ejemplo cal en polvo y cemento reciclado.

Como fibra de reforzamiento se emplean fibras sintéticas y orgánicas de alcohol de polivinilo. Estas fibras se emplean de una forma parecida en la industria textil para ropa o tejidos especiales y para hilos de uso médico. Es de máxima importancia su inocuidad fisiológica.

Durante el proceso de fabricación las fibras de proceso sirven de fibras de filtro. Son sobre todo fibras de celulosa, que se emplean también en la industria papelera. Un sistema de microporos de aire proporciona al material características tan positivas como la resistencia a heladas, la regulación de la humedad, la permeabilidad al aire y a la vez la impermeabilidad al agua.

Los productos tienen un comportamiento neutro a las ondas electromagnéticas y a la radiación, de modo que las ondas de radio, los sistemas de infrarrojos, los sistemas buscapersonas y los radares no se ven afectados.

La superficie, sellada térmicamente en varios pasos, garantiza un alto nivel constante de calidad de las placas de fachada, una gran solidez a la luz y la protección contra los rayos ultravioleta. La parte posterior de los paneles está completamente sellada. Todos los paneles de fachada han sido clasificados y certificados como productos de construcción no perjudiciales para el medioambiente ni la salud.

Las características principales de estos paneles son las siguientes:

- Gran formato (gama textura hasta máximo útil de 3100x1500 mm)
- Incombustibles (A2 según EN 13501-1)
- Resistentes a la intemperie y al hielo
- Permeables al vapor de agua
- Resistentes a pudrición
- Resistentes a impacto
- Resistentes a la radiación ultravioleta
- Ligeros (aprox. entre 13 y 19 k/m<sup>2</sup>)
- Aptos para sistemas industriales de construcción en seco

## LA FACHADA VENTILADA

---

### Su Estudio y Posibilidades

- Flexibles y adaptables a múltiples aplicaciones
- Antigraffiti (gama Natura Pro y Pictura)



Ejemplo de fachada ejecutada  
con placa Euronit  
Etercolor



Ejemplo de fachada ejecutada  
con placa Euronit  
Natura

Para diferenciar los diferentes tipos de los paneles más usuales utilizados en la ejecución de fachadas ventiladas, adjuntaré las fichas técnicas correspondientes.



## PLACA NATURA

# NATURA

PLACA DE FACHADA
FIGHA DE INFORMACIÓN DEL PRODUCTO<sup>1</sup>

### 1. Composición del producto

Las placas NATURA se componen de:

- Cemento Portland
- Rellenos minerales
- Fibras de refuerzo orgánicas
- Aditivos
- Dispersión semitransparente acrílica en la cara vista
- Revestimiento acrílico anti-humedad en la cara posterior

### 2. Método de producción

Las placas NATURA se fabrican en una máquina Hatschek, con doble compresión y secado al aire. El acabado de las placas NATURA se lleva a cabo con una dispersión semitransparente acrílica en la cara vista y un revestimiento antihumedad acrílico en la cara posterior.

### 3. Dimensiones y tolerancias

Espesores estándar disponibles en stock: 8 mm  
Espesores posibles: 12 mm

No rectificados	Rectificados
1.280 x 2.530 mm	1.250 x 2.500 mm
1.280 x 2.830 mm	1.250 x 2.800 mm
1.280 x 3.130 mm	1.250 x 3.100 mm

	No rectificados	Tras serrado
Espesor	+/- 0,5 mm	+/- 0,5 mm
Largo y ancho	+/- 5,0 mm	+/- 1,5 mm y +/- 1,0 mm si L x A < 1 x 1 m
Perpendicularidad	2,0 mm/m	1,0 mm/m

### 4. Peso (en fábrica)

Peso: 15 kg/m<sup>2</sup>

### 5. Color

Ver la carta de colores EURONIT más reciente para una síntesis de los colores estándar. NATURA se caracteriza por sus tonos naturales.

### 6. Propiedades técnicas (valores medios)

La marca CE se basa en la norma europea EN 12437, "Placas planas de fibrocemento", que describe los métodos de clasificación y la mayoría de los de evaluación.

A. Evaluación según el sistema de gestión de calidad ISO				
Densidad	Seco	EN 12467	≥1.650	kg/m <sup>3</sup>
Resistencia a la flexión	Ambiental, $\perp$	EN 12467	24,0	N/mm <sup>2</sup>
	Ambiental, //	EN 12467	17,0	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	Ambiental, $\perp$	EN 12467	17.000	N/mm <sup>2</sup>
	Ambiental, //	EN 12467	15.000	N/mm <sup>2</sup>
Comportamiento hídrico	0-100%, promedio		1,0	mm/m
Porsidad	0-100%		18	%

B. Clasificación		
Clasificación de durabilidad	EN 12467	Categoría A
Clasificación de resistencia	EN 12467	Clase 3
Rescción al fuego	EN 13501-1	A2-s1-d0

C. Prueba tipo o estimación óptima		
Prueba de impermeabilidad	EN 12467	Ok
Prueba de agua caliente	EN 12467	Ok
Prueba de inmersión-secado	EN 12467	Ok
Prueba de hielo-deshielo	EN 12467	Ok
Resistencia a impacto de pelota	DN-18 032	Ok

### 7. Ventajas

Siempre que se sigan las instrucciones de la puesta en obra, las placas de fibrocemento EURONIT presentan las siguientes características generales:

- Seguridad ante el fuego (ni ignición ni propagación del fuego)
- Aislamiento acústico
- Resistencia a temperaturas extremas
- Resistencia al agua (no usar en aplicaciones en el exterior en tejados o superficies inclinadas)
- Resistencia a múltiples seres orgánicos (hongos, bacterias, insectos, parásitos, etc.)
- Resistencia a múltiples productos químicos
- No perjudiciales para el medio ambiente, sin emisiones de gases nocivos

Además, NATURA presenta las siguientes características específicas:

- Placa fuerte y rígida
- Aspecto muy natural debido al revestimiento semitransparente
- Elevada resistencia al impacto

<sup>1</sup> Esta hoja de información del producto reemplaza a todas las ediciones anteriores. EURONIT se reserva el derecho de modificar esta ficha informativa sin previo aviso. El lector deberá siempre asegurarse que está consultando la versión más reciente del documento.

<sup>2</sup> Los grosores, tamaños y tipos de placas que difieran de las que están en stock están disponibles sujetos a cantidades mínimas de pedido. Por favor contacte con EURONIT para más información.

ENERG 1907



Ejemplo de fachada ejecutada con placa Natura

NATURA	
PLACA DE FACHADA	FICHA DE INFORMACIÓN DEL PRODUCTO
<p><b>8. Aplicaciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fachada: Revestimiento de muros exteriores, placas de balcón, pretilas, sofitos.</li> </ul> <p>La garantía del producto sólo es válida si se respetan las instrucciones de aplicación de EURONIT. En caso de duda en cuanto a la idoneidad de las placas EURONIT para una utilización determinada, se aconseja pedir recomendaciones específicas a EURONIT. EURONIT no puede en ningún caso ser responsable de aplicaciones de sus placas que no hayan sido aprobadas por EURONIT.</p> <p><b>9. Acabados de fábrica disponibles</b></p> <p>EURONIT puede entregar las placas NATURA cortadas a medida, incluyendo el tratamiento con LUKO de los cantos cortados.</p> <p><b>10. Información para la puesta en obra</b></p> <p>Se recomienda el uso de guantes de lana para evitar marcas de sudor y grasa.</p> <p><b>Aserrado:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sierra fija, rotación lenta con hoja dentada con puntas de carburo</li> <li>■ Sierra manual circular (con guía), rotación lenta con hoja dentada con puntas de carburo</li> <li>■ Sierra de calar con hoja de corte con puntas de carburo</li> </ul> <p><b>Acabado de los cantos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Papel o esponja de lija finos</li> </ul> <p>Al serrar, los cantos cortados han de impregnarse con LUKO para evitar diferencias de color en la placa debidas a la absorción de humedad. Las caras deben estar limpias y secas. Utilizar sólo entre +5°C y +25°C. Agitar bien antes de usar y agitar con regularidad durante su uso. El uso equivale a 50 g/100 m. Conservar siempre en lugar donde no se pueda congelar. La vida de almacenamiento es de 6 meses a partir de la fecha de relleno. Ver también las instrucciones de aplicación de LUKO.</p> <p><b>Perforado:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para orificios: Broca especial para fibrocemento (completamente de carburo)</li> <li>■ Para aberturas redondas: Trépano o cuchilla circular con punta de carburo</li> </ul> <p>La placa debe estar apoyada alrededor del orificio para ser perforada (por ejemplo en una superficie de madera).</p> <p>!! Tanto el aserrado como el perforado deben realizarse en un entorno seco. Las virutas y polvo deben retirarse inmediatamente de la placa con una bayeta seca de micro fibra. Las virutas y polvo que no sean retirados pueden causar manchas permanentes.</p> <p><b>Accesorios de fijación:</b></p> <p>Dependiendo de la aplicación, pueden utilizarse los siguientes accesorios de fijación (para más información, ver las instrucciones de aplicación). También puede escoger el material (por ejemplo acero inoxidable, galvanizado o fosfatado) dependiendo de la aplicación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Adhesivo (invisible): NATURA puede fijarse con adhesivo. La cara posterior de la placa ha de lijarse (papel de lija P80) en la junta de sellado. El adhesivo debe usarse siguiendo las instrucciones de aplicación y condiciones de garantía del proveedor del mismo.</li> <li>■ Tornillos: sólo pueden usarse en orificios completamente perforados con anterioridad.</li> <li>■ Remaches: sólo pueden usarse en orificios completamente perforados con anterioridad.</li> </ul> <p><b>ADVERTENCIA:</b> NATURA es un producto con un revestimiento semitransparente. Por ello, puede producirse una decoloración a lo largo de los bordes y alrededor de los orificios de perforación debido a la absorción de agua. Este fenómeno desaparecerá con el tiempo cuando los poros de la placa se vayan cerrando.</p> <p><b>Sellado:</b></p> <p>Usar solo productos de sellado neutros. Las siliconas no neutras o el thiokol pueden producir manchas.</p> <p><b>Aspectos relativos a la salud y la seguridad:</b></p> <p>Durante la colocación de las placas pueden liberarse partículas de polvo que pueden irritar las vías respiratorias y los ojos. Se recomienda el uso de máscara contra el polvo y de gafas de seguridad. Han de preverse extracción de polvo o ventilación adecuadas dependiendo del espacio donde se vaya a realizar el trabajo o del equipo que se vaya a utilizar. La exposición a largo plazo al polvo puede resultar nociva para la salud.</p> <p><b>11. Mantenimiento y limpieza</b></p> <p>Para suciedad escasa, lavar con detergente casero o solución jabonosa suaves y a continuación aclarar con agua limpia.</p> <p><b>12. Manipulación</b></p> <p>Las placas se almacenan en palés. Han de ser transportadas bajo una lona impermeabilizada. Las placas han de apilarse horizontalmente sobre una superficie plana. Las placas han de tener siempre apoyo suficiente para no curvarse. Las placas han de almacenarse en un espacio seco y ventilado. Si las placas se almacenan al aire libre, han de estar siempre protegidas contra la lluvia por una lona impermeabilizada o una cubierta de plástico. Si las placas se humedecen durante su embalaje, ha de retirarse todo el embalaje y las placas han de colocarse de forma que permita un secado completo. Se recomienda dejar que las placas se aclimaten en el espacio donde se van a emplear. Las placas siempre han de ser levantadas de la pila por dos personas, que las transportarán en posición vertical.</p> <p><b>13. Más información</b></p> <p>Puede encontrar más información en las instrucciones de aplicación de EURONIT, instrucciones de tratamiento de EURONIT, instrucciones de limpieza de EURONIT, declaración de garantía de EURONIT, lista de precios de EURONIT, página web de EURONIT, etc.</p>



Ejemplo de fachada ejecutada con placa Natura



# ETERCOLOR

PLACA DE FACHADA
FICHA DE INFORMACIÓN DEL PRODUCTO<sup>1</sup>

### 1. Composición del producto

Los paneles ETERCOLOR se componen de:

- Cemento Pórland
- Rellenos minerales seleccionados que proporcionan una superficie especialmente lisa
- Fibras de refuerzo orgánicas
- Pigmentos minerales
- Aditivos funcionales

### 2. Método de producción

Los paneles ETERCOLOR son fabricados en una máquina Hatschek, son autoclavados y doblemente comprimidos. Las siguientes operaciones mecánicas se pueden ejecutar, dependiendo de la aplicación:

- Rectificado
- Calibrado mediante lijado
- Pulido
- Impermeabilización mediante hidrofugación con silanos

### 3. Dimensiones, peso y tolerancias<sup>2</sup>

ETERCOLOR		
Aplicación principal	Revestimiento de fachadas	
Prensa Hatschek	Si	
Prensado doble	Si	
Autoclave	Si	
Rectificación	Opcional	
Calibración mediante lijado	Si	
Pulido	Si	
Resistencia al agua	Si	
Espesor (mm)	6	8
Peso en fábrica (kg/m <sup>2</sup> )	11,2	14,9
Dimensiones (mm)	peso en fábrica (kg/panel)	
1220x2500 rectificado	34,0	45,4
1220x3050 rectificado	41,5	55,4
1240x2520 no rectificado	35,0	46,5
1240x3070 no rectificado	42,6	56,7
Tolerancia	Cumple los requisitos de EN 12467 (nivel I)	
Espesor (mm)	± 0,5	
Largo y ancho (mm)	± 3	
Perpendicularidad (mm/m)	1,0	

### 4. Color

El color del panel se aplica en masa. Es posible que se produzcan diferencias de color naturales, que pueden acentuarse por el efecto de la luz y la humedad. El color del panel se aclara ligeramente con el tiempo. La superficie del panel se caracteriza por unas finas líneas de lijado y puntos blancos. Ver la carta de colores EURONT más reciente para una síntesis de los colores estándar.

### 5. Propiedades técnicas (valores medios)

La marca CE se basa en la norma europea EN 12467, "Placas planas de fibrocemento", que describe los métodos de clasificación y la mayoría de los de evaluación.

A. Evaluación según el sistema de gestión de calidad ISO				
Densidad	Seco	EN 12467	1.580	kg/m <sup>3</sup>
Resistencia a la flexión	Ambiental, L	EN 12467	32,0	N/mm <sup>2</sup>
	Ambiental, V	EN 12467	22,0	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	Ambiental, L	EN 12467	15.000	N/mm <sup>2</sup>
	Ambiental, V	EN 12467	13.000	N/mm <sup>2</sup>
Comportamiento hídrico	0-100%, promedio		1,60	mm/m
Percepción	0-100%		20	%

B. Clasificación		
Clasificación de durabilidad	EN 12467	Categoría A
Clasificación de resistencia	EN 12467	Clase 4
Reacción al fuego	EN 13501-1	A2-s1-d0

C. Prueba tipo o estimación óptima		
Prueba de impermeabilidad	EN 12467	Ok
Prueba de agua caliente	EN 12467	Ok
Prueba de inmersión-secado	EN 12467	Ok
Prueba de hielo-deshielo	EN 12467	Ok

### 6. Ventajas

Siempre y cuando se sigan las instrucciones de aplicación, los paneles ETERCOLOR de fibrocemento presentan la siguiente combinación de propiedades al compararlos con otros materiales:

- Seguridad ante el fuego (ni ignición ni propagación del fuego)
- Aislamiento acústico
- Resistencia a temperaturas extremas
- Resistencia al agua (si se respetan las instrucciones de aplicación)
- Resistencia a múltiples seres orgánicos (hongos, bacterias, insectos, parásitos, etc.)
- Resistencia a múltiples productos químicos
- No perjudiciales para el medio ambiente, sin emisiones de gases nocivos

Además, ETERCOLOR presenta las siguientes características específicas:

- Panel fuerte y rígido
- Superficie lisa y estética con tonos naturales
- Color puro natural

<sup>1</sup> Esta hoja de información del producto reemplaza a todas las ediciones anteriores. EURONT se reserva el derecho de modificar esta ficha informativa sin previo aviso. El lector deberá siempre asegurarse que está consultando la versión más reciente del documento.

<sup>2</sup> Los grosores, tamaños y tipos de paneles que difieren de los que están en stock se forma estándar están disponibles sujetos a cantidades mínimas de pedido. Por favor contacte con EURONT para más información.



Ejemplo de fachada ejecutada con placa Etercolor

### ETERCOLOR

#### PLACA DE FACHADA

#### FICHA DE INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

#### 7. Aplicaciones

ETERCOLOR puede emplearse en las siguientes aplicaciones:  
Fachada: Revestimiento de fachadas.

La garantía del producto sólo es válida si se respetan las instrucciones de aplicación de EURONIT. En caso de duda en cuanto a la idoneidad de los paneles EURONIT para una utilización determinada, se aconseja pedir recomendaciones específicas a EURONIT. EURONIT no puede en ningún caso ser responsable de aplicaciones de sus paneles que no hayan sido aprobados por EURONIT.

#### 8. Acabados de fábrica disponibles

EURONIT puede entregar los paneles ETERCOLOR cortados a medida. Pueden realizarse previamente en fábrica perforaciones de 4 a 10 mm de diámetro (para fijación visible).

#### 9. Información general para la puesta en obra

Se recomienda el uso de guantes de lana para evitar marcas de sudor y grasa.

Corte/Aserrado:

- Sierra fija, rotación lenta con hoja dentada con puntas de carburo, o rotación rápida con hoja de corte de diamante sin dientes.
- Sierra manual circular (con guía), rotación lenta con hoja dentada con puntas de carburo, o rotación rápida con hoja de corte de diamante sin dientes

Acabado de los cantos:

- Papel o esponja de lija finos

Perforado:

- Para orificios: Broca helicoidal con punta de carburo (o completamente de carburo) con un ángulo de corte de 60°
- Para aberturas redondas: Trépano o cuchilla circular con punta de carburo. El panel debe estar apoyado alrededor del orificio para ser perforado (por ejemplo en una superficie de madera).

Tanto el aserrado como el perforado deben realizarse en un entorno seco. Las virutas y polvo deben retirarse inmediatamente de la placa con una bayeta seca de micro fibra. Las virutas y polvo que no sean retirados pueden causar manchas permanentes.

Accesorios de fijación:

Dependiendo de la aplicación, pueden utilizarse los siguientes accesorios de fijación (para más información, ver las instrucciones de aplicación). También se puede escoger el material (por ejemplo acero inoxidable, galvanizado o fosfatado) dependiendo de la aplicación.

- Adhesivo: se utiliza de acuerdo con las directrices de aplicación y las condiciones de garantía del proveedor del adhesivo.

- Tornillos: sólo pueden usarse en orificios completamente perforados con anterioridad.

- Clavos: sólo pueden usarse en orificios completamente perforados con anterioridad.

- Remaches: sólo pueden usarse en orificios completamente perforados con anterioridad.

- Sellado: Usar sólo productos de sellado neutros. Las siliconas no neutras o el thiokol pueden producir manchas.

- Aspectos relativos a la Salud y la Seguridad: Durante la colocación de los paneles pueden liberarse partículas de polvo que pueden irritar las vías respiratorias y los ojos.

Se recomienda el uso de máscara contra el polvo y de gafas de seguridad. Han de preverse extracción de polvo o ventilación adecuadas dependiendo del espacio donde se vaya a realizar el trabajo o del equipo que se vaya a utilizar.

La exposición a largo plazo al polvo puede resultar nociva para la salud.

#### 10. Mantenimiento y limpieza

Para suciedad escasa, lavar con detergente de uso doméstico o solución jabonosa suaves y a continuación aclarar con agua limpia.

#### 11. Manipulación

Los paneles se almacenan en palés. Han de ser transportadas bajo una lona impermeabilizada. Los paneles han de apilarse horizontalmente sobre una superficie plana. Los paneles han de tener siempre apoyo suficiente para no curvarse. Los paneles han de apilarse en un espacio seco y ventilado. Si los paneles se almacenan al aire libre, han de estar siempre protegidos contra la lluvia por una lona impermeabilizada o una cubierta de plástico. Si los paneles se humedecen durante su embalaje, ha de retirarse todo el embalaje y han de colocarse de forma que permita un secado completo. Se recomienda dejar que los paneles se aclimaten en el espacio donde se van a emplear. Los paneles siempre han de ser levantados de la pila por dos personas, que las transportarán en posición vertical.

#### 12. Información técnica adicional

Puede encontrar más información en las instrucciones de aplicación de EURONIT, instrucciones de tratamiento de EURONIT, instrucciones de limpieza de EURONIT, declaración de garantía de EURONIT, lista de precios de EURONIT, página web de EURONIT, etc.



Ejemplo de fachada ejecutada con placa Etercolor

**SIDINGS**

**TABLÓN PARA FACHADAS**
**FICHA DE INFORMACIÓN DEL PRODUCTO<sup>1</sup>**

### 1. Composición del producto

Los Tablones SIDINGS están compuestos de:

- Cemento Portland
- Materiales minerales selectos
- Fibras naturales de refuerzo
- Aditivos funcionales
- Para los diferentes acabados:
  - Agente acrílico en dispersión en la cara decorativa
- Para el color de base natural (S00):
  - impregnación hidrófuga incolora en la cara decorativa

### 2. Método de producción

Los Tablones SIDINGS se fabrican en una máquina Hatschek y con tecnología autoclave. La cara decorativa está provista de una textura vetada imitando a la de madera de cedro. SIDINGS está formada por diferentes capas según los colores de acabado o del color de base.

### 3. Medidas y tolerancias

■ Espesor estándar	: 10 mm
■ Medidas	: 190 x 3600 mm

### 4. Peso

■ Peso	: 11.2 kg/pieza
--------	-----------------

### 5. Color

Vea la cara de colores más reciente. Una vez elegido solicite una muestra física.

Los Tablones SIDINGS S00 de acabado natural, son resistentes y se caracterizan por una coloración natural en su superficie, dependiendo de los efectos de la luz y la humedad.

Otros colores especiales disponibles bajo pedido mínimo y plazo de entrega.

Los Tablones SIDINGS están disponibles en el siguiente perfil:

- **Clásico:** superficie con perfil de madera

### 6. Características técnicas

Densidad	EN 12467	1.300	kg/m <sup>3</sup>
Resistencia a la tracción <sup>4</sup>	EN 12467	23.0	N/mm <sup>2</sup>
	// EN 12467	23.0	N/mm <sup>2</sup>
Modulo de elasticidad	EN 12467	11.000	N/mm <sup>2</sup>
Porosidad	// EN 12467	7.600	N/mm <sup>2</sup>
Comportamiento hídrico	EN 12467	23	%
	EN 12467	5.500	mm/m

Clasificación de la durabilidad	EN 12467	Categoría A
Resistencia	EN 12467	Clase 2
Reacción al fuego	EN 13501-1	A2-s1-d0

Prueba de impermeabilidad	EN 12467	ck
Prueba al agua caliente	EN 12467	ck
Estabilidad en seco	EN 12467	ck
Prueba de deshielo	EN 12467	ck

### 7. Ventajas

Siempre que se sigan las Instrucciones de aplicación en obra, los tablones muestran las características siguientes:

- Buen comportamiento al fuego
- Aislamiento acústico
- Resistencia a las variaciones de las temperaturas
- Resistencia a agua (en utilizaciones exteriores directas, utilizar solamente en posición vertical)
- Resistencia a diversos organismos vivos (moho, bacterias, insectos, etc.)
- Resistencia a múltiples productos químicos
- Ninguna emisión de gas nocivo

Además, los Tablones SIDINGS tienen las características específicas siguientes:

- Un mantenimiento fácil en comparación a la madera gracias a su capa de recubrimiento duradera
- Superficie estética en diferentes colores
- Permite su manipulado con herramientas de carpintería
- Clavado y atornillado sin perforado previo

### 8. Utilizaciones<sup>2</sup>

- Fachadas: revestimiento de fachadas, de lucernario, de cornisa
- Interiores: Patios de luces, etc

La garantía del producto es solamente válida si se respetan las pautas del uso de EURONIT. Para cualquier duda respecto a la conveniencia de dar otro uso a los tablones, es recomendable solicitar instrucciones específicas de EURONIT.

### 9. Posibilidades de acabado en producción

No es posible dar otro tipo de acabado en el proceso de producción.

<sup>1</sup> EURONIT se reserva los derechos de modificar esta ficha informativa sin previo aviso. El lector deberá siempre asegurarse que la versión sea la más reciente en cuanto a este documento.

<sup>2</sup> En caso de duda en cuanto a la utilización de las placas planas para una utilización determinada, no aconsejamos pedir consejo a EURONIT. EURONIT no puede en ningún caso ser responsable por utilizaciones de sus placas que no hayan sido aprobadas por EURONIT.



### SIDINGS

#### TABLÓN PARA FACHADAS

#### FICHA DE INFORMACIÓN DEL PRODUCTO<sup>1</sup>

##### 10. Puesta en obra

Para las aplicaciones decorativas, se recomienda utilizar guantes de lana para evitar marcas de transpiración y de grasa.

##### Aserrado:

- Sierra circular de mano, con un disco de diamante sin dientes
- Sierra con disco de dientes duros
- Serrucho de mano

##### Acabado de los bordes:

- Lija para pulir con grano fino

##### Perforado:

- Para orificios: con broca helicoidal de punta de carburo con un ángulo de corte de 60°
- Para aberturas redondas: sierra especial o trépano con punta de carburo

Se recomienda sostener la placa alrededor del hueco que se va a perforar (por ejemplo utilizando una pieza de madera).

El aserrado y el perforado deben ser realizados en un lugar seco. Para las utilidades decorativas, debe quitarse inmediatamente el polvo del aserrado o del perforado de la placa utilizando un trapo para polvo de micro fibras. El polvo que no sea quitado, puede causar manchas permanentes.

##### Medios de fijación:

Los siguientes medios de fijación pueden ser utilizados en función de la aplicación (ver instrucciones de aplicación para más amplia información). Los materiales (por ejemplo el acero inoxidable, el acero galvanizado, el acero fosfatado) son igualmente escogidos en función de la aplicación.

- **Atornillado:** Tornillo inoxidable con cabeza abombada torx, equiparlo de punta fina y con aletas. Se puede atornillar directamente sin previo perforado.
- **Clavado:** Clavado manual con clavos de acero inoxidable con cabeza plana y punta de hélice.

Se puede clavar directamente sin previo perforado. La cabeza del clavo no debe ser hundida en la placa.

##### Masilla:

Utilizar solamente masillas neutras. Las masillas que no son neutras (por ejemplo siliconas) pueden causar manchas.

##### Retoque:

Por razones estéticas, se recomienda retocar localmente el SIDINGS sobre los bordes aserrados y en caso de daños o sobre los clavos incoloros visibles. Los retoques deben ser realizados con el sistema de revestimiento apropiado y según las prescripciones de aplicación. La superficie que habrá que pintar debe estar seca y libre de todo polvo y grasas (si es necesario, limpiar antes el polvo y la grasa). El producto de revestimiento debe ser bien mezclado y no puede ser diluido. Retocar la superficie con la ayuda de un pincel, una brocha o un rodillo.

**¡CUIDADO!** Los retoques deben ser efectuados con cuidado y de manera estética: retocar solamente la superficie que necesite pintura (para los clavos, por ejemplo, solo se necesita pasar ligeramente el pincel sobre la cabeza del clavo) y evitar la sobrecarga sobre los bordes así como también las manchas (limpiar eventualmente utilizando un trapo).

##### Capas de revestimiento:

Los Tablones SIDINGS pueden recibir una capa de imprimación que mejore el acabado, para las aplicaciones en exterior a base de una dispersión acrílica de agua. Para pintar de nuevo los SIDINGS, es necesario pulirlos ligeramente y luego pintarlos con una capa de acabado (topcoat).

##### Aspectos relativos a la salud y a la seguridad:

Durante la puesta en obra de los tablones puede ser liberado polvo, lo cual puede irritar los ojos y las vías respiratorias. El empleo de una mascarilla contra el polvo y de gafas de seguridad es aconsejado. Una aspiración adecuada del polvo o una buena ventilación deben ser previstas, en función del espacio de trabajo o de las herramientas utilizadas. Una exposición larga al polvo puede ser nociva para la salud.

##### 11. Mantenimiento y limpieza

Para la suciedad escasa, lavar con un detergente casero o solución jabonosa suave, y a continuación aclarar con agua limpia.

Para limpiar las suciedades ligeras, se puede utilizar un detergente suave de uso casero, dando primero un enjabonado y después un aclarado con agua limpia.

##### 12. Manipulado

Los Tablones SIDINGS están envueltos con plástico sobre palets. El transporte debe efectuarse bajo un toldo. Los tablones deben ser almacenados sobre una superficie plana, protegidos de la intemperie, en un lugar seco y ventilado. Cada tablón debe ser extraído de la pila por dos personas, sin que sea arrastrado ni cargado de canto.

##### 13. Más información técnica

Para más información consultar la instrucciones de aplicación de EURONIT.

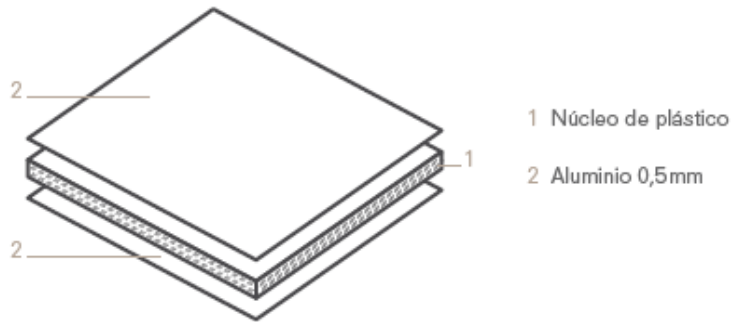


Ejemplo de fachada ejecutada con placa Sidings



- Composit de aluminio. Tipo Alucobond

ALUCOBOND® es un panel compuesto de dos laminas de cubierta de aluminio y un núcleo de plástico. Las excelentes propiedades del material ayudan a la inspiración y permiten soluciones adaptables a todos los campos de la arquitectura – desde las viviendas hasta los edificios públicos, sedes empresariales y oficinas representativas, hasta el comercio y la industria sin olvidar el diseño corporativo de imagen como por ejemplo en gasolineras, concesionarios, bancos o supermercados.



Entre sus propiedades principales se destacan:

- Ligero, gran rigidez a la flexión, excelente planeidad
- Amplia gama de colores
- Resistente a la intemperie
- Amortigua las vibraciones
- Fácil de biselar y doblar
- Grandes formatos, instalación rápida, unidades de placas prefabricadas

Y entre sus ventajas destacables ante otros productos:

- Escasos requisitos de construcción base y medios de fijación, manipulación sencilla en la obra
- Libertad de planificación y diseño
- Preparado para el montaje
- No requiere revestimiento antiresonancia
- Procesamiento sencillo con herramientas comunes
- Tiempos cortos de montaje, plazos seguros, costes reducidos

Este sistema se adapta perfectamente a los contornos de los edificios, dibujando líneas dinámicas contra el cielo. Este material se destaca por la combinación de conformabilidad, planeidad, estabilidad y resistencia a la intemperie. Gracias a su estructura compuesta, ALUCOBOND® puede adoptar muchas formas, colocándose como una segunda piel sobre la estructura del edificio. Su buena conformabilidad no se encuentra en contradicción con la estabilidad y planeidad. Éstas están aseguradas por la elevada resistencia a la flexión de las placas.

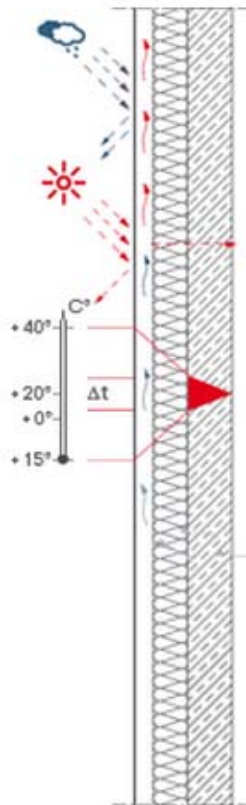


Ejemplo de edificación ejecutada con placa Alucobond.

Museo Centro de Arte Reina Sofía

En el campo de la sostenibilidad, 3A Composites está reconocida como una de las empresas líderes; no sólo en su ramo sino también para otros fabricantes diversificados y empresas de procesamiento de materias primas en todo el mundo. El compromiso de 3A Composites con la sostenibilidad permite a la empresa tomar decisiones que crean el máximo valor económico, social y ecológico, al considerar siempre los intereses de todos los grupos involucrados en el cuidado y la protección del medioambiente.

Las placas compuestas ALUCOBOND® no emanan sustancias nocivas para el medioambiente. Dada su alta consideración por los aspectos medioambientales ALUCOBOND® es una elección prácticamente natural para cualquier tipo de proyecto.



ALUCOBOND® protege al edificio durante muchos años de la exposición a la intemperie y de los efectos nocivos de las industrias y del entorno.

Un sistema de fachada con ALUCOBOND® actúa como un escudo protector contra la radiación solar. El espacio intermedio ventilado, así como el aislante térmico, reducen la transmisión de calor.

Con la fachada con ALUCOBOND® suspendida delante y ventilada por detrás, se evitan grandes variaciones de temperatura en la pared del edificio.

La humedad puede difundirse a través de la pared. El edificio permanece seco.

- Aplacado de panel más revoque. Tipo StoVentec

Sistema previsto para el revestimiento de fachadas ventiladas de edificación en obra nueva o rehabilitación. Está configurado principalmente por un aplacado a base de paneles de un material compuesto a base de gránulos procedente de vidrio reciclado y resina epoxi. Este aplacado se fija a una subestructura de perfilería metálica que a su vez se ancla adecuadamente sobre un soporte estanco. Una vez fijado el aplacado, se aplica in situ por su cara externa, un revoco decorativo delgado.

El sistema StoVentec se compone de:

- a) Subestructura metálica suministrada por el beneficiario, formada por perfiles verticales de aluminio, ménsulas de acero inoxidable y sus correspondientes fijaciones.
- b) Cámara de aire ventilada de al menos 3 cm de espesor en la que se puede colocar un aislamiento térmico a base de placas prefabricadas de lana mineral, suministradas por el beneficiario.
- c) Aplacado a base de paneles StoVentec, suministrados por el beneficiario, como soporte del revoco.
- d) Revoco aplicado in situ compuesto por varios productos suministrados por el beneficiario, encargado de contribuir a la estanqueidad frente al agua de lluvia y de proporcionar el aspecto decorativo final.
- e) Accesorios (fijaciones, perfiles auxiliares, etc.), suministrados por el beneficiario para resolver diversos puntos singulares del sistema.





Los paneles son fabricados en un material compuesto, obtenido a partir de gránulos denominados VeroTec® procedentes de vidrio reciclado, de diámetro entre 0,25 y 4 mm sometidos a un proceso industrial por el que resultan expandidos y ligados en una matriz de resina epoxi. Sobre cada una de sus caras se extienden sin solape sendas mallas iguales de fibra de vidrio resistente a los álcalis, de 160 g/m<sup>2</sup> y 4 x 5 mm de tamaño de trama.

Se identifican por su color beis así como por un texto en su canto que indica al menos el tipo de panel, logotipo del fabricante y sentido de fabricación.

Las características de los paneles declaradas por el beneficiario se indican en la tabla siguiente:

Características	Panel StoVentec	
	Tamaño estándar	Tamaño grande
Superficie (m <sup>2</sup> )	0,96	2,88
Longitud (mm) [tolerancias]	1.200 [±0,5]	2.400 [±0,5]
Anchura (mm) [tolerancias]	800 [±0,5]	1.200 [±0,5]
Espesor (mm) [tolerancias]	12 [± 0,5]	
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	500 [± 50]	
Peso/superficie (kg/m <sup>2</sup> ) [tolerancia]	6 [± 0,5]	
Tensión de rotura a flexión (MPa)	7	
Módulo de elasticidad flexión (MPa)	1.200-1.400	
Permeabilidad al vapor de agua (Espesor de aire equivalente S <sub>d</sub> (m))	0,132	
Dilatación térmica lineal (mm/m · K)	8 x 10 <sup>-6</sup>	

El revoco exterior estará formado por una capa base armada y una capa de acabado decorativo.

La capa base se configura a base del producto denominado comercialmente StoArmat Classic (pasta en base resina de estireno-acrilato lista para su empleo) en la que, al aplicarse en una sola capa, se embebe la malla Sto. El producto se presenta habitualmente en dos opciones, estándar y "QS"(1) y en bidones de 23 ó 25 kg. Las principales características declaradas por el beneficiario se indican en la tabla siguiente:

Características	Valor
Espesor (mm)	3
Consumo (kg/m <sup>2</sup> )/capa	2,5-3,0
pH	7,5-8,5
Permeabilidad al vapor de agua. Espesor de aire equivalente S <sub>d</sub> (m)	0,4-0,6

La malla Sto es un tejido reticular de fibra de vidrio con tratamiento antiálcalis. Existen dos opciones: Malla Sto Fibra de vidrio Fina y Malla Sto Fibra de Vidrio. En ambos casos, se presentan habitualmente en rollos de 110 cm de ancho. Su longitud es 50 m.

Existe una capa que puede ser necesaria únicamente para evitar diferencias de color en el caso de utilizar la capa de acabado decorativo Stolit R o bien StoSilco R. Se configura por la aplicación del producto StoPutzgrund (dispersión pigmentada de estireno-acrilato) presentada habitualmente en bidones de 7, 16 o bien 23 kg.

Por último, la capa de acabado decorativo, es una capa compuesta por uno de los dos siguientes productos:

. Stolit. Se trata de un recubrimiento acrílico granulado en dispersión acuosa, con áridos de cuarzo y mármol más aditivos biocidas, fungicidas y algicidas.

. StoSilco. Se trata de un recubrimiento silicónico granulado en dispersión acuosa con áridos de cuarzo y mármol más aditivos biocidas, fungicidas y algicidas.

Ambos se pueden presentar en color blanco o bien tintado según carta estándar de 800 colores y en tres posibles texturas, cuyo aspecto depende a su vez, del tamaño del árido elegido(2):

- Acabado “K”, de aspecto rugoso.
- Acabado “R”, de aspecto acanalado o raspado.
- Acabado “MP” para modelar, admite cualquier técnica mediante rodillo, llanas, brocha, etc.

Características		Stolit/QS	StoSilco/QS
Espesor aproximado (mm) según Ø árido	K	1,0-3,0	1,0-3,0
	R	1,0-3,0	1,0-3,0
	MP	1,0-3,0	1,0-3,0
Rendimiento aproximado (kg/m <sup>2</sup> )		1,8-4,0/ 1,8-4,3	2,0-4,5
pH		8-9,5	8-9,5
Permeabilidad al vapor de agua. Espesor de aire equivalente S <sub>d</sub> (m)		0,25-0,30	0,23-0,28

### 06. LA FACHADA VENTILADA Y EL CTE

Para la realización del presente capítulo se ha sintetizado y resumido el amplio estudio que realiza *María Bento Fernandez*, del Departamento de Calidad de Productos del Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña, en su análisis sobre *Los Sistemas de Cerramiento de Fachadas Ventiladas y el CTE*.

Los sistemas de cerramiento de fachada ventilada son considerados como soluciones técnicas alternativas a las consideradas en los Documentos Básicos del CTE y por tanto es necesario un análisis específico para la justificación del cumplimiento de las exigencias básicas del CTE.

Esta justificación pasa por verificar, con métodos adecuados al sistema constructivo en estudio, que éste cumple con los valores límite o criterios de evaluación establecidos para las características prestacionales relacionadas con cada exigencia básica.

Algunas características prestacionales del sistema se justifican por aplicación directa de los Documentos Básicos, sin embargo, para otras características esta justificación requiere de un análisis más particularizado siendo necesario establecer valores límite y métodos de verificación acordes con el sistema de cerramiento de fachada ventilada en estudio.

Los sistemas constructivos que disponen de un Documento de Adecuación al Uso (DAU) son analizados, evaluados y certificados en función de su uso previsto en la obra, estableciendo, cuando sea posible, la justificación directa de la exigencia básica, e indicando, cuando no sea posible esta justificación directa, los valores de referencia de las características de los componentes y sistema, los criterios de evaluación y los métodos más adecuados para que los técnicos puedan realizar dicha justificación particular en el contexto de la obra en cuestión.

Ahora bien, se podrán señalar aquellos aspectos y líneas de trabajo que pueden considerarse para la justificación de las exigencias básicas del CTE en este tipo de cerramientos.

Entre los documentos de referencia podemos considerar, además del propio CTE:

- Las especificaciones técnicas armonizadas de la Directiva del Productos de la Construcción-DPC 89/106/CEE, es decir, las normas armonizadas y los Documentos de Idoneidad Técnica Europeos-DITE (European Technical Approval-ETA), obtenidos estos últimos a partir de las Guías de DITE (ETAG) o a partir de procedimientos comunes establecidos y acordados por los distintos organismos miembros de EOTA (European Organization for Technical Approvals), el ITeC es uno de estos organismos.
- Los informes técnicos de EOTA (Technical Reports) relativos a métodos para la verificación de características específicas para ciertos productos de construcción.
- Las normas internacionales (ISO) o normas de otros países europeos en cuyo marco normativo se considere el sistema constructivo o métodos de verificación y criterios de evaluación relacionados.
- Otras normas y documentos nacionales de idoneidad tales como el Documento de Adecuación al Uso-DAU.

En línea con los términos empleados en el CTE y con las especificaciones técnicas europeas armonizadas, debemos considerar la siguiente terminología específica:

**Cerramiento:** Es el elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios (apéndice A, DB HE1). Por tanto, consideraremos el cerramiento de fachada como el elemento constructivo vertical que separa el ambiente exterior del ambiente interior del edificio.

**Cerramiento de fachada ventilada:** Es el cerramiento de fachada formado por una hoja interior y una hoja exterior separadas por una cámara de aire que es ventilada.

**Cámara de aire ventilada:** Es una cámara de aire comunicada con el exterior y de suficiente entidad como para hacer posible la circulación del aire y, en consecuencia, la difusión del vapor de agua y la transmisión de calor por convección. Las dimensiones mínimas de la cámara y de su grado de ventilación para conseguir dicho efecto son ligeramente dispares en función de la fuente consultada:

(Apéndice A, DB HS1) Se define la cámara ventilada como el “espacio de separación en la sección constructiva de una fachada que permite la difusión del vapor de agua a través de aberturas al exterior dispuestas de forma que se garantiza la ventilación cruzada”. Asimismo, en el apartado 2.3.2 de este DB HS1, cuando se describe el nivel de prestación B3 se indica que la cámara de aire ventilada debe tener un espesor entre 3 y 10 cm, y debe disponer de aberturas de ventilación cuya área efectiva total sea como mínimo 120 cm<sup>2</sup> por cada 10 m<sup>2</sup> de paño entre forjados repartidos al 50% entre la parte superior y la inferior. Por ejemplo, si consideramos una altura entre forjados de 2,5 m, la superficie de aberturas por metro de longitud en la parte superior e inferior del forjado tienen que ser como mínimo 1.500 mm<sup>2</sup>.

(Apéndice E, DB HE1) Se define la cámara muy ventilada como el espacio en el que los valores de aberturas exceden: 1.500 mm<sup>2</sup> por metro de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales.

(Último borrador de la Guía de DITE 034-Kits for external wall claddings), se define la cámara de aire como la capa de aire que hay entre el sustrato o aislante térmico y el elemento de revestimiento que está en contacto con el ambiente exterior de modo que permite la difusión del vapor de agua desde el lado interior de la pared. Asimismo, también se establece que es ventilada cuando se cumplen los siguientes criterios:

El espesor de la cámara entre el elemento de revestimiento y el aislante térmico o sustrato es al menos 20 mm (pudiendo reducirse a 5-10 mm en puntos localizados de la cámara, dependiendo del revestimiento y la subestructura).

Las aberturas de ventilación mínimas previstas deben ser de 5.000 mm<sup>2</sup> por metro lineal en el arranque y la coronación de la fachada.

Se puede comprobar que en relación al espesor de la cámara de aire, el espesor de entre 3 y 10 cm exigido para el nivel de prestación B3 en el DB HS1 es más restrictivo que el indicado en la futura Guía de DITE 034 (20 mm), sin embargo en relación a las aberturas mínimas de ventilación, el valor más restrictivo está indicado en el borrador de Guía de DITE 034 (ETAG

034), 5.000 mm<sup>2</sup> por metro frente a los 1.500 mm<sup>2</sup> por metro indicados en los documentos básicos.

Superficie mínima de aberturas de ventilación por metro lineal en la parte superior o inferior del paño de fachada						
Espesor de la cámara de aire	< 1.500 mm <sup>2</sup>	Altura entre forjados (m)				≥ 5.000 mm <sup>2</sup>
		2,5	3,0	3,5	4,0	
		≥ 1.500 mm <sup>2</sup> < 5.000 mm <sup>2</sup>	≥ 1.800 mm <sup>2</sup> < 5.000 mm <sup>2</sup>	≥ 2.100 mm <sup>2</sup> < 5.000 mm <sup>2</sup>	≥ 2.400 mm <sup>2</sup> < 5.000 mm <sup>2</sup>	
< 20 mm	No muy ventilada	Muy ventilada (1)	Muy ventilada (1)	Muy ventilada (1)	Muy ventilada (1)	Muy ventilada (1)
≥ 20 mm < 30 mm	No muy ventilada	Muy ventilada (1)	Muy ventilada (1)	Muy ventilada (1)	Muy ventilada (1)	Muy ventilada (2)
≥ 30 mm ≤ 100 mm	No muy ventilada	Muy ventilada	Muy ventilada	Muy ventilada	Muy ventilada	Muy ventilada

(1) No cumple el criterio de espesor de la cámara en la definición del nivel de prestación B3 del DB HS1 del CTE.  
(2) Criterio mínimo de cámara de aire indicado en el borrador de Guía de DITE 034 (ETAG 034).

En la tabla anterior se ve la relación entre los espesores de la cámara y las superficies de aberturas de ventilación para que la cámara de aire sea considerada muy ventilada.

Hoja exterior de revestimiento: Se debe distinguir entre:

- Las hojas exteriores pesadas (habitualmente de obra de fábrica) que principalmente se apoyan sobre el forjado (solución constructiva considerada en el DB HS 1)
- Las hojas exteriores de piezas de revestimiento discontinuo, pasantes por delante de los forjados y colgadas de la estructura mediante elementos de fijación y subestructuras principalmente metálicas (solución constructiva no considerada en el DB HS 1). Esta última tipología de hoja exterior es la que está cubierta por la futura Guía de DITE 034.

Como elementos principales de las hojas exteriores de revestimiento tenemos:

- Elemento de revestimiento discontinuo o piel exterior. Este revestimiento puede ser de muy diversos materiales siendo uno de los más extendidos las baldosas y placas porcelánicas.
- Elementos de fijación del revestimiento, principalmente elementos metálicos para una fijación mecánica tales como grapas, perfiles o raíles horizontales, fijaciones puntuales, etc.
- Subestructura de sujeción del revestimiento y su elemento de fijación a la estructura soporte del edificio (frente de forjado, hoja interior principal o sustrato). Los componentes más habituales de esta subestructura son:
  - Perfiles verticales.
  - Ménsulas o escuadras de fijación de los perfiles.
  - Elementos de fijación de los perfiles a las ménsulas o escuadras.
  - Anclajes para la fijación de las ménsulas o escuadras a la estructura soporte.
- Hoja interior: Atendiendo a los conceptos indicados en el DB HS1 y el borrador de la Guía de DITE 034, los principales componentes de una hoja interior son:

- Hoja principal o substrato
  - Hoja principal: hoja de una fachada cuya función es la de soportar el resto de las hojas y componentes de la fachada, así como, en su caso desempeñar la función estructural (apéndice A, DB HS1).
  - Substrato: pared que en sí misma aporta los requisitos de estanqueidad al aire y resistencia mecánica de la fachada. Como ejemplos de substrato están, entre otras, las paredes de obra de fábrica (borrador Guía de DITE 034).
- Capa de aislamiento térmico: principalmente posicionada por la cara exterior de la hoja principal y en contacto con la cámara ventilada.
- Revestimiento o trasdosado interior con o sin cámara de aire (no ventilada) y con o sin aislamiento térmico.

Tal como se indica en el artículo 5 del CTE, para la justificación de las exigencias básicas del CTE, existen dos alternativas posibles:

-Adoptar en el proyecto soluciones técnicas basadas en los DB, cuya aplicación acredita su cumplimiento.

-Adoptar soluciones técnicas alternativas que requieren la justificación específica del cumplimiento de las exigencias básicas.

Asimismo, en este mismo artículo se indica que la base de la justificación de las soluciones técnicas alternativas a las consideradas en los DB del CTE es establecer la equivalencia de las prestaciones respecto a las que se obtendrían de aplicar los DB.

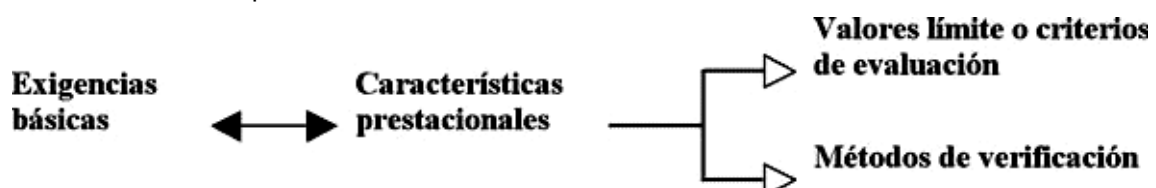
Para poder establecer esta equivalencia, es necesario extraer y clasificar el tipo de información que contienen estos DB, según el planteamiento que se hace en el propio artículo 3 del CTE. De acuerdo con éste, se puede considerar que en los DB las exigencias básicas se traducen en:

- características prestacionales cuantificables y aplicables al sistema constructivo completo o a partes de él.

- valores límite o criterios de evaluación para comprobar el cumplimiento de estas características.

-métodos de verificación o procedimientos para evaluar de un modo homogéneo los valores límite de las características que se consideren en cada caso.

Por tanto, la justificación técnica y cuantitativa del cumplimiento de las exigencias básicas del CTE pasa por establecer las características prestacionales de cada exigencia básica, verificando con métodos adecuados al sistema constructivo que se cumple un valor límite o criterio determinado para esa característica.





El establecimiento de las características aplicables a un sistema constructivo alternativo es relativamente sencillo cuando se considera que éste es equivalente a sistemas del mismo uso que presentan soluciones técnicas basadas en los DB.

En cambio puede no ser tan sencillo, incluso si la mayor parte de las características prestacionales pueden estar consideradas en los DB, establecer los valores límite o criterios de evaluación y los métodos de verificación, ya que estos conceptos normalmente dependen en buena medida de los aspectos particulares del sistema constructivo en estudio.

En este sentido, con objeto de facilitar el proceso de justificación de una solución técnica alternativa, se propone la metodología que se desarrolla a continuación, basada en clasificar las características prestacionales en función de su grado de definición dentro de los DB y, de igual modo, el grado de definición de sus valores límite, y de sus criterios de evaluación y métodos de verificación asociados.

Así pues, las características prestacionales aplicables a un sistema constructivo alternativo se pueden clasificar en lo que llamaremos 3 “niveles”:

1. Características que se encuentran plenamente definidas en los DB, incluido su valor límite o criterio de evaluación y su método de verificación y que por tanto se pueden justificar por aplicación directa de los DB.
2. Características que se encuentran parcialmente definidas en los DB, en este sentido podemos encontrar:
  - A. Características indicadas en los DB que tienen definido el valor límite o criterio de evaluación pero no el método de verificación.
  - B. Características indicadas en los DB que tienen definido el método de verificación pero no el valor límite o criterio de evaluación.
  - C. Características indicadas en los DB que no tienen definido ni el valor límite o criterio de evaluación ni el método de verificación.
3. Características que, siendo aplicables al sistema constructivo alternativo, no se encuentran definidas dentro de los DB pero sí se encuentra definida la exigencia básica en el CTE.

Representación esquemática de lo anteriormente indicado:

Nivel de definición	Nivel 1	Nivel 2			Nivel 3
Exigencia básica	Sí	Sí			Sí
Característica prestacional	Sí	Sí			No
		a	b	c	
Valor límite o criterio de evaluación	Sí	Sí	No	No	No
Método de verificación	Sí	No	Sí	No	No

Teniendo en cuenta lo indicado en el apartado anterior, en primer lugar hay que establecer las características prestacionales de cada exigencia básica del CTE aplicables a los sistemas de cerramiento de fachada ventilada. En la tabla de la siguiente página, estas características se presentan de forma sintética relacionadas con los requisitos y las exigencias básicas, juntamente con la indicación del subsistema del cerramiento (hoja interior, hoja exterior o

componentes individuales) a la cual le aplica la exigencia, y el “nivel” de definición de la exigencia que se prevé dentro de los DB.

Requisitos, exigencias básicas y características prestacionales aplicables a los cerramientos de fachada ventilada.

Requisito	Exigencia	Característica	Aplicable a	Nivel de definición según tabla 2
Seguridad estructural (SE)	SE1: Resistencia y estabilidad	Resistencia mecánica y estabilidad	Hoja interior y Hoja exterior	Nivel 1
	SE2: Aptitud de servicio	Deformación (flechas y desplomes)	Hoja interior y Hoja exterior	Nivel 2
Seguridad en caso de incendio (SI)	SI1: Propagación interior	Reacción al fuego de la cara interior	Hoja interior	Nivel 1
	SI2: Propagación exterior	Reacción al fuego de la cara exterior	Hoja exterior	Nivel 1
		Resistencia al fuego	Hoja interior	Nivel 1
		Grado de impermeabilidad al agua de lluvia	Hoja interior Hoja exterior	Nivel 2
Higiene, salud y protección del medio ambiente (HS)	HS1: Protección frente a la humedad	Capacidad de drenaje de la cámara de aire	Hoja exterior	Nivel 2
		Limitación de condensaciones	Hoja interior	Nivel 1
		Contenido o desprendimiento de sustancias peligrosas	Materiales de los componentes	Nivel 3
	Sustancias peligrosas			
Seguridad de utilización y accesibilidad (SUA)	SUA2: Riesgo de impacto	Resistencia a impactos	Hoja interior Hoja exterior	Nivel 3
	SUA8: Riesgo de acción del rayo	Equipotencialidad	Hoja interior Hoja exterior	Nivel 3
Protección frente al ruido (HR)	HR: Protección contra el ruido	Aislamiento al ruido aéreo procedente del exterior	Hoja interior	Nivel 1
Ahorro de energía y aislamiento térmico (HE)	HE1: Limitación de la demanda energética	Aislamiento térmico	Hoja interior	Nivel 1
		Permeabilidad al aire	Hoja interior	Nivel 2
Otros requisitos adicionales	Durabilidad	Corrosión	Componentes metálicos	Nivel 3
		Comportamiento a envejecimiento acelerado	Materiales de los componentes	Nivel 3
	Identificación de los componentes	Características de los componentes relacionadas con las prestaciones del sistema	Componentes	Nivel 2

La anterior tabla muestra la evaluación de sistemas de cerramiento de fachada ventilada si bien, dado que dichos sistemas pueden ser muy diversos y desiguales (en cuanto a materiales, tipologías y dimensiones de los elementos que constituyen la piel exterior, materiales y fundamento de la subestructura), es siempre necesario particularizar y desarrollar este análisis específicamente para cada sistema constructivo en cuestión.

A continuación se desarrollan los aspectos básicos que deben ser considerados en el análisis y justificación de los cerramientos de fachada ventilada, ordenados por requisitos y exigencias básicas, aportando cuando es posible ejemplos de aplicación a una de las soluciones prototípicas más utilizadas, que es la formada por una hoja exterior de revestimiento cerámico fijado mecánicamente a la estructura del edificio y a una pared de obra de fábrica de ladrillo que actúa como hoja principal.

### **SEGURIDAD ESTRUCTURAL (DB-SE)**

Las exigencias básicas de seguridad estructural (SE1: Resistencia y estabilidad y SE2: Aptitud de servicio) se definen en el Artículo 10 del CTE. Las características prestacionales relacionadas con estas exigencias son la resistencia y estabilidad del sistema y las deformaciones, principalmente las flechas y desplomes aplicables tanto a la hoja exterior como a la hoja interior del cerramiento de fachada.

En el caso de la resistencia mecánica y estabilidad, los criterios de evaluación y métodos de verificación podrían asimilarse a los indicados en el DB SE, por ejemplo considerando las verificaciones basadas en coeficientes parciales indicadas en el apartado 4.2 de dicho documento.

En el caso de las deformaciones, si bien los métodos de verificación podrían asimilarse a los indicados en el apartado 4.3 del DB SE, no ocurre lo mismo con los valores límite, ya que, por ejemplo, los valores límite de las flechas indicadas en el apartado 4.3.3.1 corresponden a estructuras horizontales. En este caso se deberán establecer valores límite adecuados al sistema que se esté estudiando, por ejemplo, si los revestimientos son fijados mediante perfiles horizontales tipo raíl, las deformaciones que deben tener estos perfiles deben ser compatibles con las deformaciones del revestimiento. Para el análisis de esta compatibilidad podrían ser útiles métodos de ensayo como el de resistencia a la acción del viento indicado en la futura Guía de DITE 034.

El modelo de cálculo debe representar adecuadamente los puntos de apoyo tal y como se representan en el diseño del sistema, siendo recomendable independizar los movimientos de la hoja exterior de los movimientos de la estructura del edificio y de la hoja principal.

Las acciones a considerar deben ser principalmente las acciones debidas al viento y al peso propio de los componentes. Asimismo, cuando sea necesario, también se deberán considerar acciones debidas al sismo y las debidas a variaciones de temperatura y humedad, especialmente si el sistema contempla materiales sensibles a estas variaciones higrotérmicas (a modo de ejemplo, los revestimientos de gres porcelánico serían poco sensibles mientras que los elementos metálicos sí serían sensibles a las oscilaciones, principalmente de la temperatura).

Sobre la hoja interior se recomienda realizar comprobaciones mediante cálculo de su resistencia y estabilidad, teniendo en cuenta que las acciones debidas al viento y al peso propio de la hoja exterior se transmiten a la hoja principal de forma puntual, en los puntos de fijación de la subestructura de la hoja exterior. Por ejemplo, en el caso de una obra de fábrica de ladrillo, se podrían considerar los criterios y métodos de verificación indicados en el DB

SE\_F. Complementariamente se debería considerar la prescripción de un ensayo en obra de extracción de los anclajes sobre el soporte, que valide los valores límites utilizados en los cálculos de comprobación.

### **SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (SI)**

Las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio se definen en el Artículo 11 del CTE (SI1 y SI2). Las características prestacionales a considerar son la reacción y la resistencia al fuego. En este caso, la justificación de las exigencias básicas y sus características prestacionales puede realizarse directamente aplicando los valores límite y métodos de verificación indicados en el DB SI1, para propagación interior y DB SI2 para propagación exterior.

Respecto a la propagación por el interior, debe tenerse en cuenta lo indicado en la tabla 4.1 del DB SI1, aplicado a la hoja interior del cerramiento de fachada.

Respecto a la propagación por el exterior, deberán considerarse los valores límite y criterios de evaluación de resistencia al fuego indicados en el DB SI2 (propagación horizontal y propagación vertical) aplicables al tramo de fachada que debe impedir la propagación del fuego de un recinto a otro a través de la fachada. Este requisito deberá ser asumido, en el caso que nos ocupa, por la hoja interior del cerramiento de fachada ventilada. Por ejemplo, si consideramos que la hoja principal del cerramiento de fachada ventilada está formada por una pared de obra de fábrica de ladrillo de 11,5 mm de espesor guarnecida por la cara expuesta (cara interior), tal como se indica en la tabla F.1 del Anejo F del DB SI, su resistencia al fuego sería EI 180 y en consecuencia la fachada cumpliría el valor límite (EI 60) indicado en el DB SI2.

Respecto a la reacción al fuego en fachadas, los componentes de la hoja exterior, especialmente el revestimiento exterior, deben cumplir con el valor límite indicado en el párrafo 4 del apartado 1 del DB SI2 en las condiciones establecidas. Adicionalmente, los componentes auxiliares de la hoja exterior (por ejemplo, sellado de juntas) o los componentes que se encuentren sobre la superficie exterior de la hoja principal y en contacto con la cámara de aire (por ejemplo, aislantes térmicos) también deben cumplir con este valor límite para las condiciones establecidas en el DB SI2.

Adicionalmente, se deberá analizar si es necesaria la incorporación de barreras cortafuego horizontales en la cámara ventilada para impedir que, por el efecto chimenea, se aumente la propagación de un eventual incendio por la cámara de aire.

### **HIGIENE, SALUD Y PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE (HS)**

La exigencia básica de protección contra la humedad se define en el Artículo 13.1 del CTE. Las características prestacionales que deben considerarse son el grado de impermeabilidad al agua de lluvia, la capacidad de evacuación y la limitación de condensaciones.

El grado de impermeabilidad en las soluciones de cerramiento de fachada ventilada se define a partir de los valores límite indicados en la tabla 2.5 del DB HS1 en función de la zona pluviométrica y del grado de exposición al viento del cerramiento de fachada. Asimismo, en la tabla 2.7 se indican las condiciones que deben cumplir las soluciones constructivas de las fachadas a partir de la definición de los niveles de prestaciones para cerramientos con revestimiento exterior. Estos niveles de prestaciones se definen como:

- resistencia a la filtración de agua del revestimiento exterior (R),
- resistencia a la filtración de agua de la barrera contra la penetración de agua (B),
- composición de la hoja principal (C).

Si bien los valores límite y condiciones de las fachadas pueden asimilarse a las indicadas en el DB HS1, la definición de los niveles prestacionales R, B y C pueden valorarse a partir de métodos de verificación ligeramente distintos a los indicados en dicho documento básico.

Por ejemplo, para los cerramientos de fachada ventilada con revestimiento exterior de placas cerámicas fijadas mecánicamente y con una hoja principal de obra de fábrica de ladrillo, los niveles de prestación que se les podrían asignar son:

- Una barrera contra la penetración del agua alta (B3) debido a la presencia de la cámara ventilada siempre que se incorpore un aislante no hidrófilo por la cara exterior de la hoja principal, sin embargo, las condiciones de espesores de la cámara, aberturas mínimas de ventilación, evacuación del agua filtrada a la cámara de aire y sobre todo las soluciones de puntos singulares, parece que son más propias de sistemas de cerramientos de fachada ventilada de doble hoja pesada que de sistemas cerramientos de fachada ventilada de revestimiento exterior, en consecuencia, la justificación de esta exigencia deberá adaptarse a las condiciones de la fachada en estudio y deberán analizarse y definirse las soluciones de puntos singulares equivalentes a las indicadas en el apartado 2.3.3 del DB HS1.

- Una resistencia del revestimiento a la filtración del agua alta (R2) para las hojas exteriores que tengan juntas abiertas y que no cumplan la condición de cámara ventilada indicada para el nivel de prestación B3, siempre que se disponga por la cara exterior de la hoja principal de un enfoscado de mortero, y una resistencia a la filtración del agua muy alta (R3) para las hojas exteriores de juntas cerradas entre placas o con geometrías específicas de juntas que impidan la filtración del agua a través del revestimiento.

Una composición de la hoja principal C1 o C2 en función del espesor del ladrillo que se utilice.

Respecto a la capacidad de evacuación del agua que pudiera filtrarse a la cámara de aire, el método de verificación está directamente relacionado con el diseño de los componentes de la hoja exterior y el análisis de las soluciones constructivas en los puntos singulares de la fachada, principalmente en los encuentros con los huecos, soluciones de coronación y arranque de la fachada.

Respecto a la limitación de condensaciones, tal como se indica en el DB HS1, los valores límite y métodos de verificación son los indicados en el DB HE1 y por ejemplo, son plenamente aplicables a los sistemas cerramientos de fachada ventilada con revestimiento exterior cerámico fijado mecánicamente y con hoja interior de obra de fábrica de ladrillo.

Los cálculos de la limitación de condensaciones deberán realizarse según lo indicado en el apéndice G del DB HE1 para la hoja interior del cerramiento de fachada ventilada teniendo en cuenta que, tal como se indica en el Apéndice E, para cámaras de aire muy ventiladas, la resistencia térmica total del cerramiento se obtendrá despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y las de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, igual a la resistencia superficial interior del mismo elemento.

Asimismo, se deberá tener en cuenta que las condensaciones superficiales dependen principalmente del aislamiento térmico del cerramiento de fachada, mientras que las condensaciones intersticiales dependerán de la combinación de aislamiento y permeabilidad al vapor de cada una de las capas así como de su posición relativa dentro del cerramiento, debiendo ser las capas más exteriores del cerramiento más permeables al vapor de agua mientras que, de ser necesarias barreras de vapor, éstas deberían colocarse en las capas interiores.

Por otra parte, aunque específicamente no se indique en el CTE, se podría considerar como una exigencia adicional de este requisito básico, el contenido o desprendimiento de sustancias peligrosas de los materiales de los componentes del cerramiento de fachada ventilada. En este sentido, se podría tomar como referencia lo indicado en el informe técnico de EOTA TR034.

### **SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD (SUA)**

Las exigencias básicas de seguridad frente a riesgo de impacto o atrapamiento (SUA2) y de seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo, no son directamente aplicables a los cerramientos de fachada ventilada en la forma en que se describen en el Artículo 12.2 y 12.8 del CTE ya que estos artículos se refieren a reducir el riesgo de que los usuarios puedan sufrir estas acciones y no se refieren al riesgo de que estas acciones las sufran los sistemas constructivos.

Sin embargo, y puesto que la fachada debe ser funcional en las condiciones de uso previstas, cabe evaluar su comportamiento frente a los posibles impactos procedentes del exterior del edificio y procedentes del interior, para lo cual se emplean los métodos de evaluación propuestos en el borrador de Guía de DITE 034 (*Kits for external wall claddings*) y de la Guía de DITE 003 (*Internal partitions kits*).

Para esta evaluación deben tenerse en cuenta las características del edificio, y las de sus usuarios (por el interior y por el exterior), lo cual condicionará la severidad de las posibles acciones.

Asimismo, en relación al riesgo de la acción de rayos, se deberá garantizar la equipotencialidad de los elementos metálicos que puedan formar parte del cerramiento de fachada ventilada, especialmente en la subestructura de la hoja exterior.

Respecto al criterio de evaluación y método de verificación para la equipotencialidad de la subestructura metálica de la hoja exterior del cerramiento, se puede tomar como referencia lo indicado en la norma armonizada UNE EN 13830 de muros cortina.

### **PROTECCION FRENTE AL RUIDO (HR)**

La exigencia básica de protección frente el ruido se define en el Artículo 14 del CTE, siendo la principal característica a considerar el aislamiento a ruido aéreo procedente del exterior.

La justificación de esta exigencia básica puede realizarse si se considera que el elemento constructivo de fachada indicado en el DB HR es la hoja interior del sistema de cerramiento de fachada ventilada. Los valores límite relativos al aislamiento a ruido aéreo procedente del exterior indicados en el párrafo iv) del apartado 2.1.1 del DB HR y los métodos de verificación indicados en este mismo documento básico, pueden aplicarse completamente sobre esta hoja interior. Cabe destacar por otro lado que la prestación de aislamiento al ruido aéreo de esta hoja interior recaerá en gran medida en la prestación de los cerramientos de los huecos de la fachada, y su correcta incorporación y sellado sobre la fachada.

### **AHORRO DE ENERGIA Y AISLAMIENTO TERMICO (HE)**

La exigencia básica HE1 de limitación de la demanda energética se define en el Artículo 15.1 del CTE y se puede justificar a partir de las características prestacionales de aislamiento térmico y permeabilidad al aire.

Respecto al aislamiento térmico, los valores límite y el método de verificación indicados en el DB HE1 son completamente aplicables a la hoja interior. Sin embargo, en el caso de que se utilice la opción general para los cálculos, los resultados pueden ser menos favorables si no se considera la hoja exterior en estos cálculos, si bien, para que la hoja exterior y la cámara de aire ventilada puedan considerarse en los programas de cálculo establecidos hasta el momento, son necesarias ciertas adaptaciones.

Respecto al requisito de permeabilidad al aire, los valores límite y métodos de verificación indicados en el DB HE1 se refieren a la carpintería o huecos de los cerramientos. No obstante, en el caso de cerramientos de fachada ventilada esta característica debería justificarse también sobre la solución constructiva de la parte opaca de la hoja interior así como de los encuentros de los distintos elementos de huecos con los elementos del sistema de cerramiento de fachada ventilada.

En este sentido, el criterio de evaluación deberá ir en la línea de no permitir la entrada de aire al interior del edificio, es decir garantizar la estanqueidad al aire de la hoja interior. Los métodos de verificación que pueden ser aplicados dependerán principalmente de la naturaleza del sistema que constituye dicha hoja interior, si bien, como requisito transversal independiente de la naturaleza de la misma, debe considerarse el análisis de los puntos singulares y de los encuentros entre elementos de fachada.



### **DURABILIDAD**

La durabilidad de los revestimientos de fachada ventilada debe abordarse en primer lugar a través de buenas medidas de diseño en proyecto, prestando especial atención a la resolución de puntos singulares, y a su correcta ejecución y mantenimiento posterior. La durabilidad de los componentes de los componentes será función principalmente de los ambientes, de las condiciones climáticas y de exposición a las cuales están sometidos.

Una de las características directamente relacionada con la durabilidad es la corrosión de los componentes metálicos, especialmente los componentes de la hoja exterior del cerramiento (elementos de fijación del revestimiento y subestructura), teniendo en cuenta tanto la corrosión por las condiciones del ambiente exterior como la posible corrosión por par galvánico.

Los métodos para la verificación de la corrosión, según la tipología de material y su protección, están prácticamente pautados si tomamos como referencia las normas internacionales, sin embargo, aunque dichas normas establecen una clasificación de ambientes (rural, marino, industrial, etc.), es necesario establecer la relación entre estos ambientes y la localización específica donde se encontrará la edificación.

Otra vía para analizar la durabilidad de los componentes es su comportamiento frente a ciclos de envejecimiento acelerado representativos de las condiciones de servicio, como por ejemplo: ciclos de hielo-deshielo, ciclos de calor-lluvia, ciclos de calor-frío, cargas mecánicas cíclicas, etc. En muchas normas de componentes de revestimiento exterior se consideran ciclos de envejecimiento acelerado (principalmente hielo-deshielo).

### **DOCUMENTO DE ADECUACIÓN AL USO (DAU)**

Tal como se ha indicado anteriormente, la justificación de las exigencias básicas del CTE en sistemas constructivos alternativos a los contemplados en los DB requiere de un conocimiento muy especializado del sistema, así como de otros documentos de referencia que puedan presentar datos objetivos sobre el sistema y sobre sus componentes.

Sin embargo, en la mayor parte de los casos los técnicos no disponen de toda esta información que les permitiría realizar este análisis, y por tanto, trasladan estas cuestiones a las empresas titulares de los productos de construcción o sistemas constructivos.

Una de las opciones que tienen estas empresas es la de disponer de un documento DAU de su sistema constructivo, que supone una evaluación técnica favorable de la idoneidad del sistema para los usos previstos, en los términos previstos por el artículo 5.2 del CTE.

El DAU es la declaración de la opinión favorable de las prestaciones de un producto o sistema constructivo innovador en relación a los usos previstos y a las soluciones constructivas definidas, en el ámbito de la edificación y de la ingeniería civil.

En el DAU se evalúa el sistema constructivo propuesto de un modo particularizado y transversal respecto a las exigencias básicas del CTE, a partir de evidencias técnicas contrastadas. También se dan respuestas a los distintos vacíos normativos que puedan existir tomando como referencia documentos nacionales, europeos e internacionales que puedan estar relacionados con el sistema objeto del DAU. Además, en el DAU se consideran otros

aspectos del sistema que son útiles para el proyectista, director de obra y demás agentes que intervienen en un proceso constructivo.

Dado que se trata de un análisis complejo, sería preferible que los técnicos responsables de las obras concentrasen su atención en la particularización de las soluciones genéricas de sistemas (incluidas y validadas éstas en los DAU) a la casuística particular de la obra en cuestión, en función de las condiciones particulares de uso, dimensionales y ambientales que concurren en la misma, y concluyendo finalmente la suficiencia a los efectos de dicha obra de los valores cuantificados para la solución genérica.

Así pues, la redacción y ejecución de obras de construcción con soluciones técnicas alternativas podría resultar más óptima si se toma como punto de partida un Documento de Adecuación al Uso, ya que permite disponer, a priori, de la cuantificación de los valores de sus características prestacionales así como los criterios de proyecto y ejecución necesarios para el adecuado conocimiento del sistema a utilizar en la obra.

### CONCLUSIONES

Los sistemas de cerramiento de fachada ventilada son considerados como soluciones técnicas alternativas a las consideradas en los Documentos Básicos del CTE y por tanto es necesario un análisis específico para la justificación del cumplimiento de las exigencias básicas del CTE.

Esta justificación pasa por verificar, con métodos adecuados al sistema constructivo en estudio, que éste cumple con los valores límite o criterios de evaluación establecidos para las características prestacionales relacionadas con cada exigencia básica.

Algunas características prestacionales del sistema se justifican por aplicación directa de los Documentos Básicos, sin embargo, para otras características esta justificación requiere de un análisis más particularizado siendo necesario establecer valores límite y métodos de verificación acordes con el sistema de cerramiento de fachada ventilada en estudio.

Los sistemas constructivos que disponen de un Documento de Adecuación al Uso (DAU) son analizados, evaluados y certificados en función de su uso previsto en la obra, y deberán establecer, siempre que sea posible, los valores de referencia de las características de los componentes y sistema, los criterios de evaluación y los métodos más adecuados para que los técnicos puedan realizar dicha justificación particular en el contexto de la obra en cuestión.

### 07. COMPARATIVA ECONOMICA

En el presente capítulo se realizarán varios presupuestos para poder tener una referencia aproximada a la hora de elegir un producto u otro. Estos precios serán aproximados pudiendo variar dependiendo de los materiales definitivos a presupuestar.

### EJEMPLO 1

#### CERRAMIENTO DE FACHADA CONVENCIONAL CARAVISTA

M2	Cerramiento de fachada mediante fabrica de ladrillo visto	78,30€
<p>Cerramiento compuesto por hoja principal de fábrica vista de 1/2 pie de espesor, realizada con ladrillos cerámicos perforados, con enfoscado de mortero hidrófugo(hecho a base de cemento portland de dosificación 1:3, confeccionado en obra con cemento con adición puzolánica CEM II/B - P 32,5N a granel, arena lavada de granulometría 0/3 y aditivo impermeabilizante de fraguado normal,) de 1.5cm de espesor por su cara interior, sin cámara de aire con aislamiento térmico no hidrófilo por el interior a base de lana vidrio de 30mm de espesor, con una conductividad de 0.036 W/mK y resistencia térmica de 0.80 m2K/W (MW - EN 13162 - T3 - WS - Z3 - AF5), hoja interior de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble de 7cm de espesor, guarnecido y enlucido de yeso y acabado con revestimiento plástico delgado(Revestimiento a base de pintura plástica acrílica mate para la protección y decoración de superficies en interior y exterior, con resistencia a la luz solar, transpirable e impermeable, con acabado mate, en color blanco, sobre superficie vertical de ladrillo, yeso o mortero de cemento, previo lijado de pequeñas adherencias e imperfecciones, mano de fondo con pintura plástica diluida muy fina, plastecido de faltas y dos manos de acabado, según NTE/RPP - 24.), incluso formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros, elementos especiales y recibido de carpintería, considerando un 3% de perdidas y un 20% de mermas de mortero según DB SE - F del CTE, NTE - FFL , NTE - RPG y NTE - RPE.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de cerramiento, según el Catálogo de elementos constructivos (Documento Reconocido por la Generalitat DRA 02/06).</li> <li>- E= 245 mm</li> <li>- M= 272 kg/m2</li> <li>- U= 1/(0.61+0.80) W/m2K, según DB HE del CTE.</li> <li>- Grado de impermeabilización (G.I.)= 2, según DB HS del CTE.</li> <li>- Resistencia al fuego= EI120, según DB SI del CTE.</li> </ul>		

## EJEMPLO 2

## CERRAMIENTO DE FACHADA CONVENCIONAL PARA REVESTIR

M2	Cerramiento de fachada mediante fabrica de ladrillo para revestir	91,34€
<p>Cerramiento compuesto por hoja principal de fábrica de 1/2 pie de espesor realizada con ladrillos cerámicos huecos 24x11,5x9cm, recibida con mortero M - 5 dosificación 1:6 y revestida por el exterior con capa de adhesivo cementoso mejorado C2 (Revestimiento de pintura armada a base de tejido de fibra de vidrio de resistencia a tracción por quiebra de 66 daN/5cm en urdimbre y 65 daN/5cm en trama y resistente a los álcalis acabado con revestimiento plástico delgado), sin cámara de aire, aislamiento térmico no hidrófilo por el interior a base de Panel de lana mineral (MW) de 40mm de espesor, sin revestimiento, con una conductividad térmica de 0.034 W/mK y resistencia térmica 1.15 m2K/W, reacción al fuego Euroclase A1, con marcado CE, para aplicación en fachadas, como aislante intermedio en muros de doble hoja de fábrica, código de designación MW - EN 13162 - T3 - WS - Z3 - AF5, según norma UNE - EN 13162, hoja interior de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble de 24x11.5x7cm (7cm de espesor), recibida con mortero M - 5 dosificación (1:6), con acabado interior guarnecido y enlucido de yeso y acabado con revestimiento plástico delgado, incluso formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros, elementos especiales y recibido de carpintería, considerando un 3% de perdidas y un 20% de mermas de mortero según DB SE - F del CTE, NTE - FFL , NTE - RPG y NTE - RPE.</p> <p>Tipo FC04a01Ndd, según el Catálogo de elementos constructivos (Documento Reconocido por la Generalitat DRA 02/06).</p> <p>E= 255 mm</p> <p>M= 235 kg/m2</p> <p>U= 1/(0.65+1.15) W/m2K, según DB HE del CTE.</p> <p>Grado de impermeabilización (G.I.)= 3, según DB HS del CTE.</p> <p>Resistencia al fuego= EI120, según DB SI del CTE.</p>		

## LA FACHADA VENTILADA

### Su Estudio y Posibilidades

Para calcular el presupuesto aproximado de la ejecución de las fachadas ventiladas, tomaremos como base y aislante térmico, los mismos elementos constructivos en las diferentes tipologías de acabados. Para ello expresaremos el coste del tabique de soporte y del aislamiento y, posteriormente, reflejaremos las partidas individuales de los diferentes acabados.

### HOJA INTERIOR

<b>M2</b>	<b>Hoja interior de fachada ventilada, de fábrica de ladrillo cerámico</b>	<b>23,21€</b>
<p>Ejecución de hoja interior en cerramiento de fachada ventilada de 1/2 pie de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico perforado (panal), para revestir, 24x12x9 cm, recibida con mortero de cemento M - 5. Incluso p/p de enjarjes, mermas, roturas, formación de dinteles mediante vigueta prefabricada T - 18, revestida con piezas cerámicas, colocadas con mortero de alta adherencia, jambas y mochetas, cajeado en el perímetro de los huecos para alojar los elementos de fijación de la carpintería exterior, juntas de dilatación, ejecución de encuentros y puntos singulares.</p> <p>Incluye; Definición de los planos de fachada mediante plomos. Replanteo, planta a planta. Marcado en los pilares de los niveles de referencia general de planta y de nivel de piso preciso para pavimento e instalaciones. Asiento de la primera hilada sobre capa de mortero. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Realización de todos los trabajos necesarios para la resolución de los huecos.</p> <p>Normativa aplicable; CTE. DB HS Salubridad. CTE. DB HE Ahorro de energía.</p>		

### AISLAMIENTO

<b>M2</b>	<b>Aislamiento de fibra de vidrio</b>	<b>10,02€</b>
<p>Suministro y colocación de de lana mineral ISOVER ECOVENT VN constituido por paneles de lana mineral hidrofugada recubiertos de un velo negro en una de sus caras de 70 mm. de espesor cumpliendo la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,035 W / (m•K), clase de reacción al fuego A2-s1,d0 y código de designación MW-EN-13162-T3-WS-MU1.</p>		



## EJEMPLO 3

## FACHADA VENTILADA EURONIT

<b>M2</b>	<b>Fachada ventilada de placa Etercolor de Euronit, de 8 mm</b>	<b>129,37€</b>
<p>Fachada ventilada compuesta por, hoja exterior con placas ETERCOLOR E10 de EURONIT de celulosa-cemento de 8 mm de espesor de dimensiones 3050x1220 mm , sustentadas en estructura ligera con perfilería compuesta por perfiles omega 50-40-40-50 x 1,5 mm en acero galvanizado y adheridos, anclajes y tornillería en acero inoxidable.</p> <p>Incluso replanteo, formación de encuentros y remates, piezas especiales y limpieza del paramento; según CTE.</p> <p>Medida deduciendo huecos de puertas.</p>		
<b>TOTAL</b>		<b>162,60€</b>

## EJEMPLO 4

## FACHADA VENTILADA FRONTEK

<b>M2</b>	<b>Fachada ventilada de placa Frontek</b>	<b>155,63€</b>
<p>Hoja exterior de sistema de fachada ventilada de 1,9 cm de espesor, de revestimiento cerámico extruido de gran formato, modelo Iceberg de medidas 100 x 40,5 cm, incluso p/p de perfilería de soporte de aluminio compuesta de perfiles verticales tipo T con espesores medios de 2,8 mm, grapas de acero inoxidable para soporte de las piezas, ménsulas para sustentación y ménsulas para retención de los perfiles verticales sujetas mediante anclajes y tornillería de acero inoxidable.</p>		
<b>TOTAL</b>		<b>188,86€</b>

EJEMPLO 5

FACHADA VENTILADA FORMICA

<b>M2</b>	<b>Fachada ventilada de placa Formica</b>	<b>144,79€</b>
Placa de resinas termoendurecibles para fachada ventilada, Formica, de 1000x2000x8 mm, acabado Marrón Siena, textura satinada Satin, colocada con modulación vertical mediante el sistema TS700 de fijación vista con remaches sobre una subestructura de aluminio, incluso p/p de perfiles verticales T 110/52 y L 50/42 de aluminio, escuadras de aluminio, remaches de aluminio o acero termolacado y corte de las placas.		
<b>TOTAL</b>		<b>178,02€</b>

EJEMPLO 6

FACHADA VENTILADA STOVENTEC

<b>M2</b>	<b>Fachada ventilada Sistema StoVentec acabado StoLit K 1,5</b>	<b>105,96€</b>
Fachada ventilada continua realizada con StoVentec. Subestructura a base de ménsulas de acero inoxidable y perfilería de aluminio. Fijación de los paneles aislantes con StoPanel Lana Mineral DP7, 4 cm. Colocación de los paneles Ventec de vidrio reciclado para fachada ventilada sobre el que se aplica el mortero armadura orgánico StoArmat Classic y se embebe la StoMalla de refuerzo y se aplica la capa acabado de revoque StoLit K 1,5, según DIN 18 858.		
<b>TOTAL</b>		<b>139,19€</b>

### 08. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS FACHADAS VENTILADAS

La elección de utilizar la fachada ventilada ante un método tradicional conlleva una serie de ventajas e inconvenientes.

Según el *Manual Básico sobre Fachadas se Ventiladas y Aplacados*, editado por la *Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Transporte*, se pueden generalizar las siguientes:

### Ventajas

#### • Ahorro energético (25 a 40%)

Valor empleado habitualmente que debe ser objeto de un proyecto de investigación que contemple los siguientes aspectos:

– Se caracterizaría sobre dos condiciones exteriores básicas.

Radiación (interior 22° C y exterior 33° C, con una radiación de 800 w/m<sup>2</sup>).

Gradiente térmico sin radiación (interior 22° C y exterior 35 ° C y 0° C)

– Estudio experimental básico y corroboración del modelo.

Estudios para determinar las propiedades de transmisión en estado estacionario (u equivalente) y dinámico (inercia térmica y desfase) bajo diferentes condiciones de ensayo.

ventilación natural

ventilación forzada

ventilación forzada + simulador solar

– Estudio completo mediante CFD y caracterización de la fachada.

Se realizaría considerando como variable

Obra soporte

Fachada ventilada

Material

peso/m<sup>2</sup>

Espesor

Junta

### Condiciones exteriores

radiación (100, 400, 800w/m<sup>2</sup> y 35° C) y sin convección forzada.

sin radiación (exterior 35° C y 0° C) con y sin convección

### Objeto

conocer el comportamiento energético de la fachada  
ventilada.

– Evaluación de la demanda en edificios tipo y zonas dinámicas diferenciadas, con programas tipo (no CFD).

### Influencia en el ahorro energético en dos edificios tipo

Con fachada ventilada

con obra de fábrica tradicional

### En

ambiente costero mediterráneo

clima continental sur de Europa

clima continental norte de Europa

– Monitorización y seguimiento

### Sobre un edificio tipo

Hay que tener presente que parte de este porcentaje se debe a la ausencia de puentes térmicos y que parte es consecuencia de la cámara ventilada.

- **Menor absorción de calor en los meses cálidos** con lo que se consigue un notable ahorro de acondicionamiento.

- **Menor dispersión de calor.** Fuerte ahorro energético en los meses fríos.

En los meses de verano la corriente de aire fresco que se genera en el interior de la cámara, evita el recalentamiento de los parámetros al impedir que la temperatura interior se eleve. En invierno, la tendencia es la inversa.

La citada corriente de aire se produce por el “efecto chimenea” originado por el calentamiento del parámetro exterior, que provoca una variación en la densidad de la capa de aire, con el consiguiente movimiento de ascensión.

- **Reduce saltos térmicos** (favorece la estabilidad dimensional).
- **Evita humedades.**
- Optimiza el **aprovechamiento de la inercia térmica** del muro portante.
- **Mejora el aislamiento acústico** en frecuencias medias-altas

(1000 Hz).

- **No se producen condensaciones intersticiales.**

Mediante el diagrama de Glaser se puede comprobar que con el aislamiento exterior no se forman condensaciones, porque la curva de la presión de vapor de agua en ambiente saturado no intercepta la curva generada por la presión del vapor de agua en ambiente húmedo pero no saturado.

- Con suficiente aislamiento **no se producen condensaciones superficiales interiores.**

- **Evita puentes térmicos.**

Casi un 20% de la energía que se pierde en un edificio se va a través de los puentes térmicos.

- **Adaptabilidad al soporte estructural** sobre el que se sustenta, corrige errores de falta de planeidad.

- Frente a las fachadas amorteras, **elimina el riesgo de** que aparezcan **humedades y eflorescencias** en la piedra.

- En el caso de la fachada ventilada cerámica –frente a la colocación por adherencia directa que sólo es válida en zonas de clima templado y ausencia de riesgo de heladas– **elimina el riesgo de desprendimiento de las baldosas.**

- **Evita fisuraciones** en la piedra como las que pueden darse en las fachadas amorteras.

- **Aligera la envolvente.**

- Resulta **insensible a la corrosión** provocada **por la contaminación.**

- Tiene **bajo coste de mantenimiento**

- En el caso de fachadas cerámicas, las baldosas son de **fácil limpieza.**

- Es una **fachada reutilizable** que se puede desmontar cuando pasa de moda y volverla a emplear en otro entorno.

Hay casos de centros comerciales que han desmontado la fachada y la han reutilizado en otro emplazamiento. Esto ocurre normalmente con revestimientos ligeros (cerámica, madera, alucobon, ...)



- **Es registrable**, propiedad que puede tener interés.

En algunas comunidades están permitiendo colocar las canalizaciones de gas por la cámara.

Es posible, también, que puedan ir por el interior bajantes.

#### Inconvenientes

- Tiene un **coste económico elevado**.
- Seguridad física (desprendimientos). Mucho menor, no obstante, que en el caso de los sistemas basados en adherencia. Aunque el riesgo es menor que con la fachada amorturada se debe analizar el posible desprendimiento de placas y controlar cuidadosamente su puesta en obra.
- En general, con cualquier fachada de piedra, debemos tener en cuenta como **envejece el material** sobre todo en los climas húmedos.

El agua de lluvia puede originar manchas en la fachada, que producen efectos no deseados.

- La **sustitución de piezas rotas** es **complicada** con determinados sistemas.
- Desde el punto de vista del diseño, en algunos casos el despiece del paño **impide transmitir una imagen pesada y maciza**, que es lo que en determinados casos se busca en una fachada de piedra.
- Existe el riesgo **de que el fuego se transmita planta a planta**, si arde el aislamiento.
- **No aguantan impactos**. Requieren zócalos amorturados o protección física – bolardos – en el arranque.

Como podemos apreciar parecen más numerosas las ventajas que los inconvenientes. Estas consideraciones ayudarán a elegir una tipología u otra de fachada.

### 09. PUESTA EN OBRA

Para cada obra y a la vista del proyecto arquitectónico, se realizará un proyecto técnico para la fachada ventilada en el que se calcularán y determinarán los elementos a utilizar, su disposición, etc.

Dicho proyecto incluirá los planos y detalles constructivos necesarios para la correcta comprensión y posterior instalación del sistema por parte del personal de obra. En cualquier caso, el fabricante facilitará los datos necesarios para realizar el proyecto y la ejecución de la fachada ventilada; debiendo proporcionar, si así se solicita, asistencia técnica durante las fases de proyecto y ejecución, incluyendo la resolución de los puntos singulares y en particular:

- Resistencia del Sistema frente a las cargas de viento previstas.
- Formato y dimensiones de paños y paneles.
- Distancias máximas entre fijaciones de panel.
- Espesor de cámara de aire ventilada.
- Juntas de dilatación del edificio.

La ejecución la ha de realizar personal especializado. En muchos casos, este personal deberá estar autorizado por el fabricante.

El montaje del sistema de fachada ventilada seguirá la siguiente secuencia de operaciones:

- a) Comprobación del soporte.
- b) Replanteo.
- c) Instalación de ménsulas.
- d) Instalación de aislamiento.
- e) Instalación de montantes.
- f) Instalación del acabado.

Detallemos cada una de ellas

### **a) Comprobación del soporte.**

Las características del soporte, tanto en desplome como en planeidad, deberán cumplir las condiciones fijadas en las correspondientes normas y disposiciones vigentes.

En obra, antes del replanteo del sistema, se deberá comprobar la estabilidad y estanquidad del soporte y si los anclajes de subestructura al soporte previstos en el proyecto técnico son adecuados al mismo. Para ello se realizarán las debidas pruebas de arrancamiento según plan de control de la obra, supervisadas por la dirección facultativa.

En caso de que el anclaje previsto sea inadecuado, deberá sustituirse bajo la aprobación de la dirección facultativa, tomando las precauciones que sean necesarias en cuanto a posición y número de anclajes. El instalador de la fachada y la dirección facultativa darán su conformidad previa al soporte antes de la colocación del sistema.

### b) Replanteo

Los ejes de los perfiles verticales se colocarán en función de las dimensiones de la placa de revestimiento. Cada fabricante marcará los criterios a seguir para ello. La subestructura deberá quedar adecuadamente alineada con el fin de garantizar la planeidad deseada del revestimiento de la fachada.



Imágenes de fachadas replanteadas.

#### c) Instalación de ménsulas

La profundidad de las ménsulas deberá permitir la presencia de una cámara de aire ventilada con espesor mínimo de 3 cm (según CTE), para permitir la convección natural ascendente detrás del revestimiento.



En primer lugar se colocaran las ménsulas, destinadas a transmitir las cargas de la fachada ventilada a la de soporte a la vez que permiten crear una separación entre la fachada exterior y la principal, dejando un espacio para la colocación de elementos intermedios de aislamiento y una cámara intermedia de ventilación (por ello y para permitir que los perfiles verticales tengan un perfecto plomo, sea cual sea la planimetría y plomada de la fachada de soporte, se disponen diferentes dimensiones de pala de salida 60, 80, 100, 120, etc.)

Las MÉNSULAS DE SUSTENTACIÓN soportan el peso de las piezas y la estructura a través de los tacos que la fijan a la pared principal.

- Normalmente están formadas por piezas de aluminio de 120 ó 150 mm de altura (según los casos).
- Para la fijación a la pared se coloca un taco de anclaje por ángulo en la parte superior del mismo.
- El taco está provisto de una arandela resistente que aumenta la superficie de trabajo y consecuentemente su resistencia.

- En la medida de lo posible, se procura que los perfiles verticales trabajen a tracción por lo que se colocan colgados de la parte inferior de la ménsula con uno o dos tornillo, a través de los taladros de sustentación (taladros redondos).

- El vertical superior, se fija a la ménsula con unos autotaladrantes colocados en el centro del coliso superior de la ménsula para permitir la libre dilatación de este, actuando en tal caso como retención.

Las MÉNSULAS DE RETENCIÓN, cuya principal misión será la de situar puntos intermedios entre las ménsulas de sustentación porque reduciendo la distancia entre apoyos disminuimos las flechas que nos producirían las cargas horizontales producidas básicamente por el viento.

- Formadas normalmente por piezas de aluminio de 60 mm de altura.

- La fijación a la pared se realiza con un taco de anclaje.

- El taco está provisto de una arandela resistente que aumenta la superficie de trabajo y consecuentemente su resistencia.

- La fijación del perfil vertical a la ménsula se realiza mediante un tornillo autotaladrante que se coloca en el centro del coliso para permitir que este se dilate y contraiga libremente.



#### d) Instalación de aislamiento

El siguiente paso sería la colocación del aislamiento. Aunque existen gran variedad de tipologías, personalmente me inclino, por su revestimiento de alta resistencia mecánica y frente al desgarrar, por la manta de lana mineral hidrofugada, revestida por una de sus caras con un tejido textil negro.

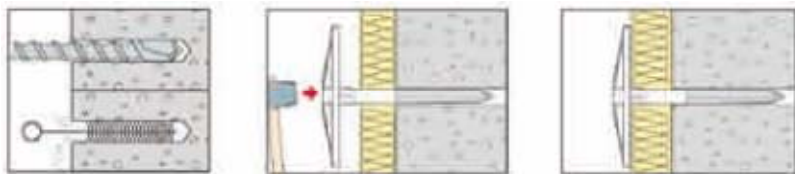
Para su instalación, ésta, se coloca sobre la fachada con las ménsulas y, allí donde se encuentren, se efectúa un corte con un cúter y se hace pasar la ménsula.





Aunque parte de la sustentación de la manta recae sobre las ménsulas, para la correcta fijación al soporte se deberán colocar unas fijaciones mecánicas tipo taco.

Son tacos de polipropileno que no necesitan clavo



Como indica la imagen anterior, primero se efectúa la perforación con el taco adecuado para posteriormente introducir el taco mediante un simple golpe de martillo.

#### **e) Instalación de montantes**

Como norma general el sentido de instalación de los perfiles de la subestructura vertical será de arriba abajo. La distancia máxima entre montantes vendrá definida por el fabricante y deberá adaptarse al formato o tipo de acabado.





Detalle de montantes colocados sobre ménsulas.

Los montantes en una misma vertical deben conservar una distancia de separación mínima de 10 mm para permitir una libre dilatación de los mismos.

Para su colocación, los perfiles verticales se aplomarán y alinearán en sentido vertical y horizontal, consiguiendo un solo plano entre ellos, con una tolerancia  $\leq 1$  mm entre perfiles contiguos.

### **f) Instalación del acabado**

Cada fabricante marcará el método de fijación a los montantes, ya sea mediante grapas, remaches, tornillería, adhesivo, etc. Estas ya han venido definidas en el capítulo destinado a los tipos de acabados.



Ejemplo de colocación de pieza cerámica mediante grapas ocultas.

10. EXPERIENCIA PROFESIONAL Y PERSONAL

Para dar al presente proyecto un punto de vista práctico y personal haremos un viaje por alguna de las obras en las que intervine de manera directa en su estudio y ejecución, viendo los tipos de acabados que se han ido describiendo.

La metodología que utilizaremos será mediante imágenes de las obras ejecutadas con una breve descripción del sistema que ofrece la imagen así como de sus características principales.

- **Imagen 1**



Obra: Rehabilitación de fachada deteriorada

Situación: C/ Nord, Lleida

Sistema: Placa de fibrocemento Euronit. Fijación vista mediante remaches. Subestructura de acero galvanizado. Combinación de placas con dos colores diferentes.

Características: Obra ejecutada en una calle muy estrecha de difícil acceso y con gran dificultad para la descarga del material a instalar. Se realizó mediante bastida tubular. El material utilizado se subía a las plantas mediante sistema manual lo que ralentizó de manera considerable la realización de los trabajos.

- **Imagen 2**



Obra: Rehabilitación de fachada deteriorada

Situación: C/ Nord, Lleida

Sistema: Placa de fibrocemento Euronit. Fijación vista mediante remaches. Subestructura de acero galvanizado. Combinación de placas con dos colores diferentes.

Características: Los remates de las ventanas (jambas, dinteles y vierteaguas), así como los remates laterales y la coronación de la fachada, se realizaron a medida con chapa prelacada del color de la placa. Cabe destacar la dificultad del replanteo y medición de los paneles in situ debido al poco espacio disponible.

- **Imagen 3**



Obra: Rehabilitación de la Biblioteca Pública

Situación: Avinguda de l'Onze de Setembre, 1. Guissona. Lleida

Sistema: Placa cerámica Frontek. Fijación oculta mediante grapas. Subestructura de aluminio.

Características: Obra pública perfectamente preparada. Se realizó un estudio muy preciso del replanteo de las placas con medidas reales que se ajustaron perfectamente a la hora de la ejecución. La parte más difícil fue a la hora de realizar las piezas de remate de coronación ya que ésta no era recta sino diagonal por lo que la manipulación y corte de las placas fue complicada.

- **Imagen 4**





Obra: Rehabilitación de la Escola de Música

Situación: C/ Doctor Cornudella, 6. Juneda. Lleida

Sistema: Placa de piedra natural de Alcañiz. Fijación oculta mediante grapas. Subestructura de aluminio. Placa Sto-Ventec. Subestructura de acero galvanizado formando una “escama de pez”. Placa Fórmica. Subestructura de aluminio con fijación adhesiva.

Características: En la imagen se puede apreciar la distribución de las piezas de piedra así como del desarrollo fijado por la dirección facultativa en forma de escama de pez ejecutada con el sistema Sto-Ventec. Cabe decir que lo que en un principio se proyectó como placa Euronit, al final, se realizó mediante el sistema Sto. Esto fue motivado por las facilidades y posibilidades que ofrecía en cuanto a adaptabilidad al desarrollo de escama deseado. La rigidez y el entramado de la subestructura del sistema Euronit, no pudo con la adaptabilidad y flexibilidad que ofrecía Sto. Además los colores y acabados de las placas no acabaron de convencer a la DF. por lo que acabaron optando por la solución adoptada y su gran gama de colores.

- **Imagen 5**



Obra: Rehabilitación de la Escola de Música

Situación: C/ Doctor Cornudella, 6. Juneda. Lleida

Sistema: Placa de piedra natural de Alcañiz. Fijación oculta mediante grapas. Subestructura de aluminio. Placa Sto-Ventec. Subestructura de acero galvanizado formando una “escama de pez”. Placa Fórmica. Subestructura de aluminio con fijación adhesiva.

Características: Detalle de la estructura en forma de “escama de pez”. La subestructura se realizó a medida hablando directamente con la fábrica de acero. También se puede apreciar en la imagen el sistema Formica bajo la ventana. La placa quedó perfectamente enrasada con las ventanas

- **Imagen 6**



Obra: Rehabilitación de la Escola de Música

Situación: C/ Doctor Cornudella, 6. Juneda. Lleida

Sistema: Placa de piedra natural de Alcañiz. Fijación oculta mediante grapas. Subestructura de aluminio. Placa Sto-Ventec. Subestructura de acero galvanizado formando una “escama de pez”. Placa Fórmica. Subestructura de aluminio con fijación adhesiva.

Características: Detalle del vierteaguas en la ventana y su encuentro con la fachada ventilada de piedra. También se puede apreciar la capacidad de la instalación de elementos como luminarias mediante la instalación oculta.

- **Imagen 7**



Obra: Rehabilitación del CEIP Alfred Potrony

Situación: C/ Pompeu Fabra. Termens. Lleida

Sistema: Placa Formica. Fijación vista mediante remaches. Subestructura de aluminio. Placa Sto-Ventec. Subestructura de aluminio. Placa Euronit. Subestructura de madera. Fijación vista mediante tornillos auto taladrantes lacados.

Características: Vista general de la fachada interior donde se puede apreciar el sistema Formica ejecutado mediante listones de 3 colores diferentes y de diferentes medidas, los zócalos realizados con placa Euronit, y el sistema Sto-Ventec en las fachadas inferiores.

- **Imagen 8**





Obra: Rehabilitación del CEIP Alfred Potrony

Situación: C/ Pompeu Fabra. Termens. Lleida

Sistema: Placa Formica. Fijación vista mediante remaches. Subestructura de aluminio. Placa Sto-Ventec. Subestructura de aluminio. Placa Euronit. Subestructura de madera. Fijación vista mediante tornillos auto taladrantes lacados.

Características: Detalle del despiece realizado mediante las placas de Formica. La gran dificultad de esta obra radicaba en la manipulación de los tableros en taller. En la oficina realizábamos planos de corte de los paneles para su aprovechamiento máximo y, de esa manera, desechar lo menos posible.

- **Imagen 9**



Obra: Rehabilitación del CEIP Alfred Potrony

Situación: C/ Pompeu Fabra. Termens. Lleida

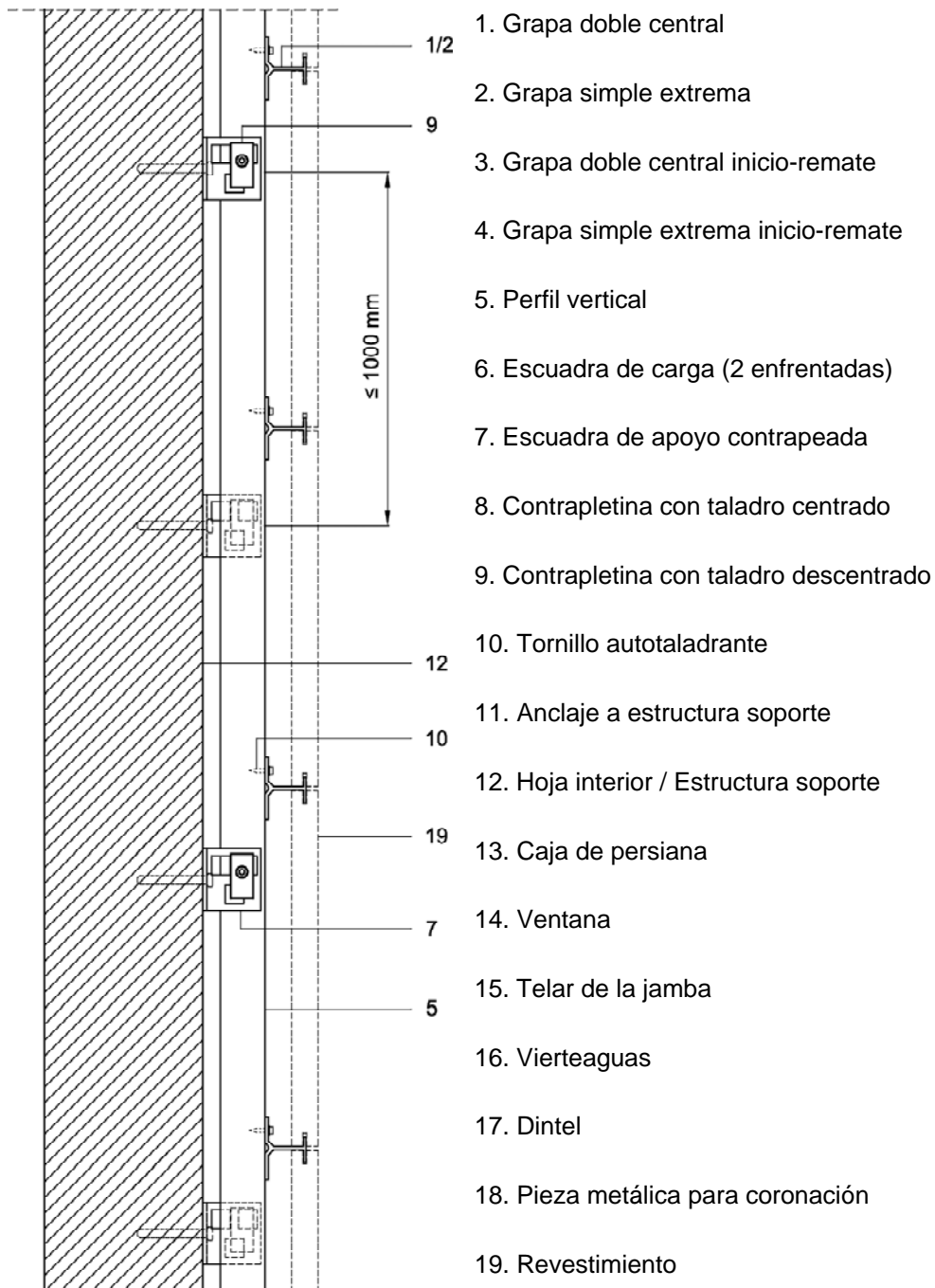
Sistema: Placa Formica. Fijación vista mediante remaches. Subestructura de aluminio. Placa Sto-Ventec. Subestructura de aluminio. Placa Euronit. Subestructura de madera. Fijación vista mediante tornillos auto taladrantes lacados.

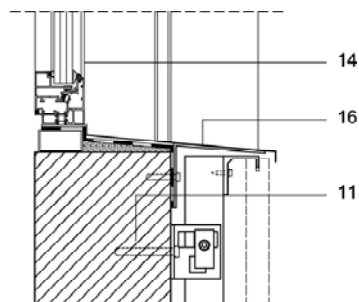
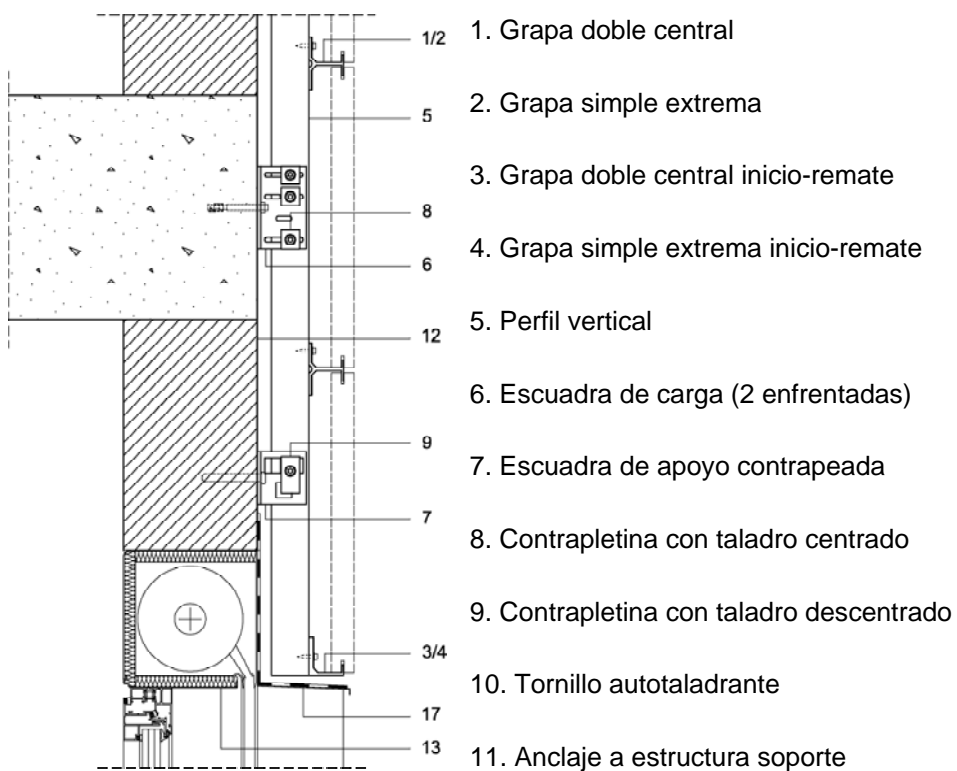
Características: Detalle de la fachada exterior ejecutada mediante sistema Sto-Ventec. La sectorización de los diferentes colores se realizó mediante perfiles “L” de aluminio atornillados a la placa de soporte del sistema. Posteriormente se pasaría a la colocación del revoco.

### 11. DETALLES CONSTRUCTIVOS

Podemos encontrar soluciones similares entre sistemas totalmente distintos. Aún así, detallaremos alguno de ellos dependiendo del sistema y acabado a estudio.

- Piedra natural. Sistema STROW





12. Hoja interior / Estructura soporte

13. Caja de persiana

14. Ventana

15. Telar de la jamba

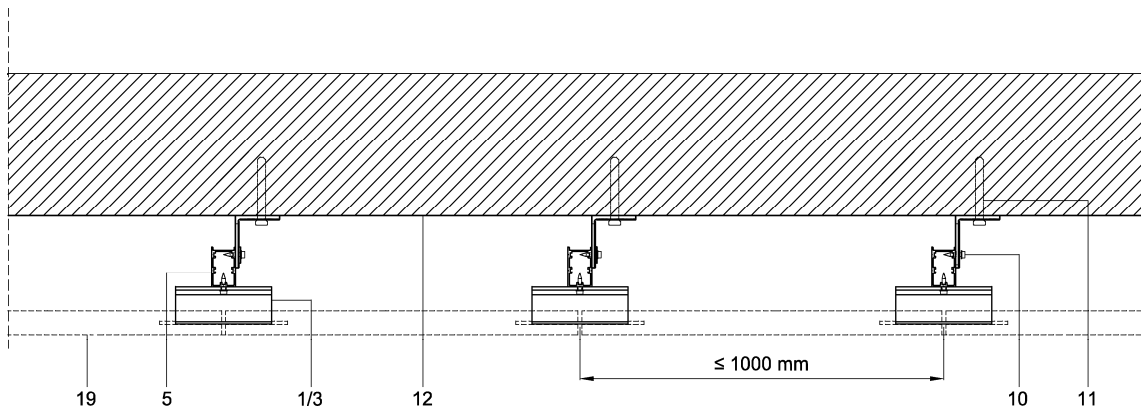
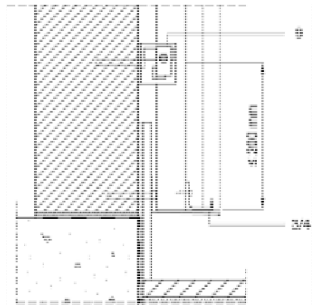
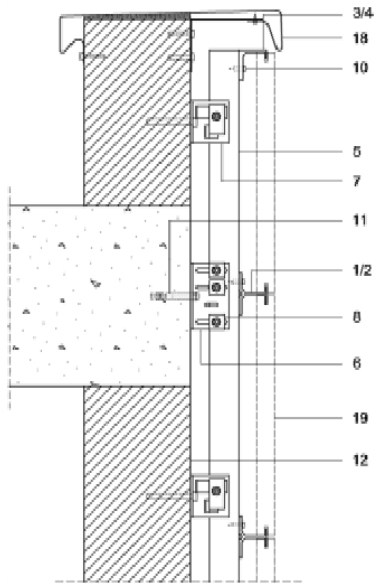
16. Vierteaguas

17. Dintel

18. Pieza metálica para coronación

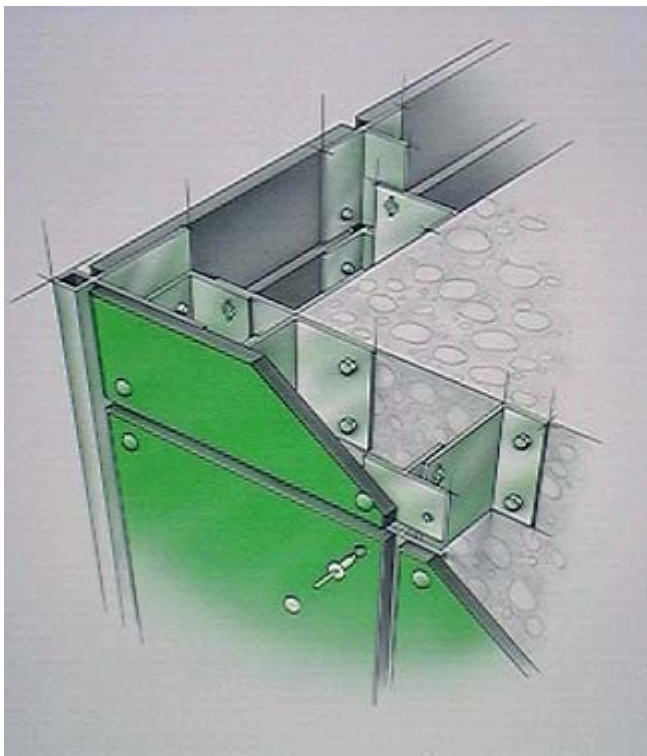
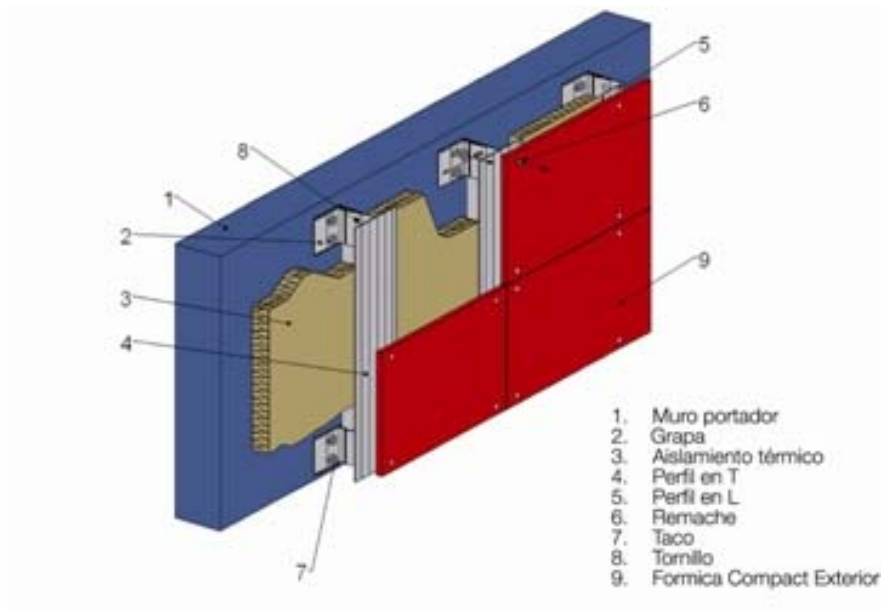
19. Revestimiento





Sección horizontal del sistema

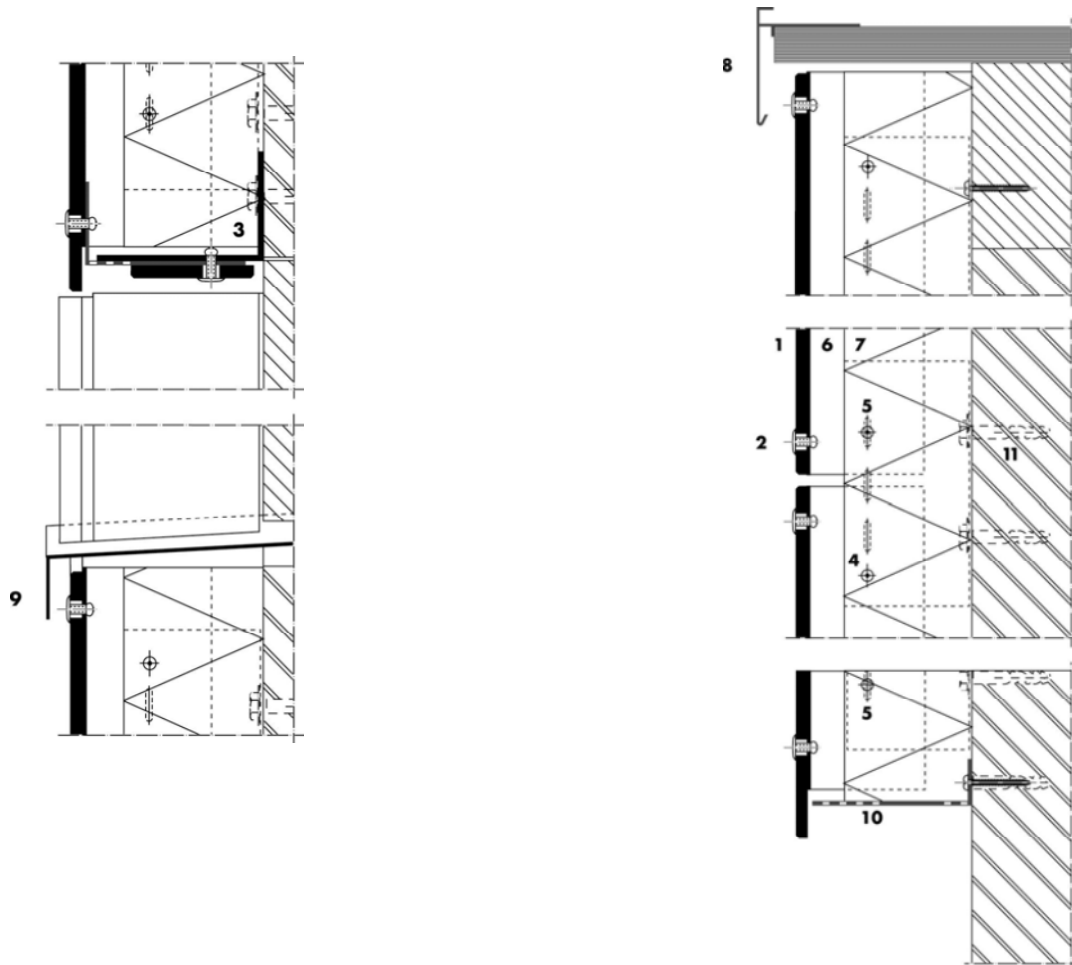
- Paneles fenólicos. Tipo Formica VIVIX



Perspectiva general

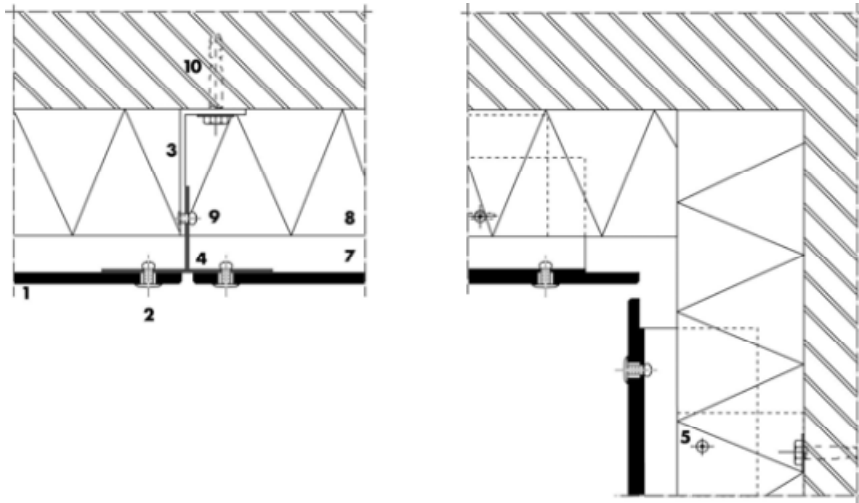
### SECCIÓN VERTICAL FIJACIÓN VISTA

### DETALLE DE ARRANQUE, CORONACIÓN Y VENTANAS

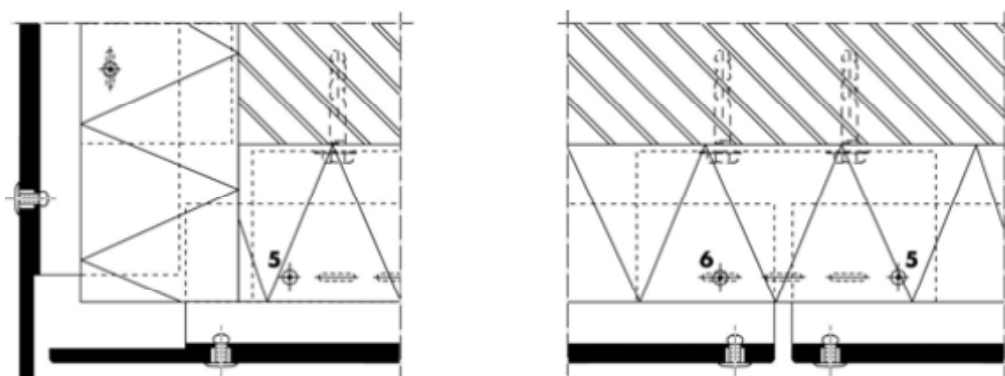


1. Panel fenólico.
2. Remache de aluminio.
3. Perfil de aluminio L.
4. Punto fijo de fijación.
5. Punto de fijación móvil.
6. Cámara de aire.
7. Aislamiento térmico.
8. Perfil de remate coronación.
9. Vierteaguas.
10. Rejilla de ventilación.
11. Anclaje a la pared portante.

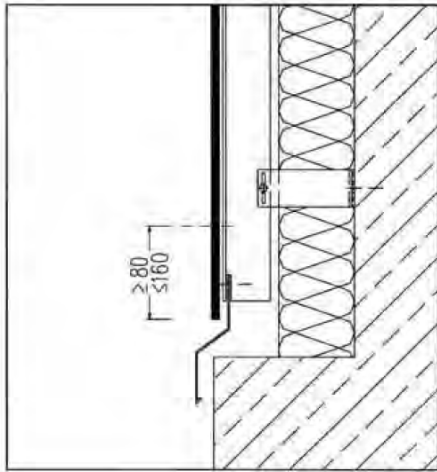
### SECCIÓN VERTICAL CON DETALLES DE VOLADIZO Y TECHO



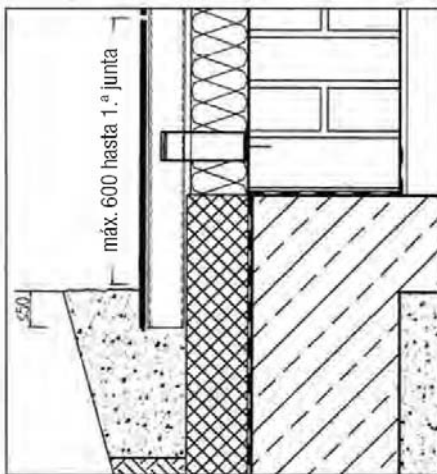
1. Panel fenólico.
2. Remache de aluminio.
3. Escuadra de aluminio en L.
4. Perfil de aluminio en T.
5. Punto de fijación fijo.
6. Punto de fijación móvil.
7. Cámara de aire.
8. Aislamiento térmico.
9. Fijación de la subestructura.
10. Anclaje de subestructura.



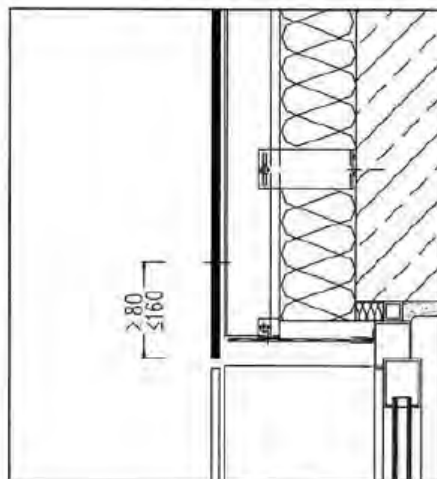
- Paneles de fibrocemento. Tipo Euronit.



Detalle de arranque sobre saliente.

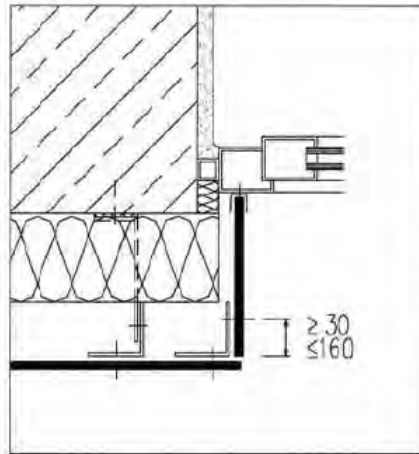


Detalle de arranque sobre lecho de grava.



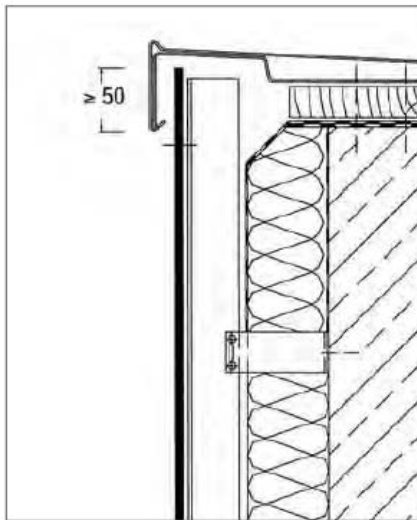
Detalle de encuentro con dintel.

El remate se realiza con perfiles perforados para su ventilación. Estos perfiles se pueden llevar hasta el marco de la ventana. Según la situación de la ventana se debe emplear eventualmente una tira de revestimiento.

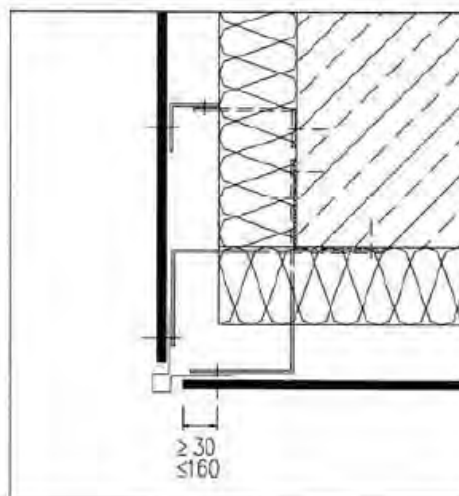
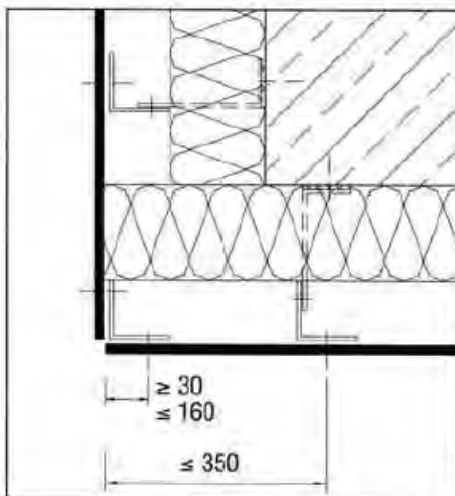


Sección horizontal.

Encuentro de jambas realizado con la misma placa.

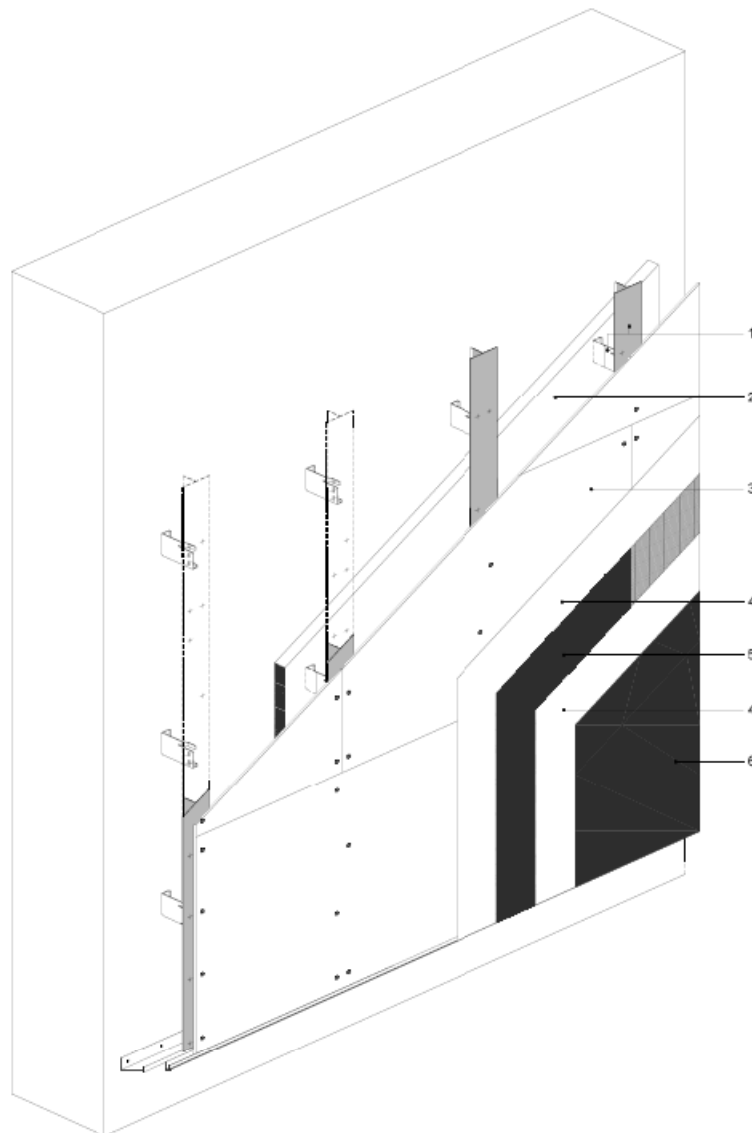


Detalle de remate de coronación de muro.



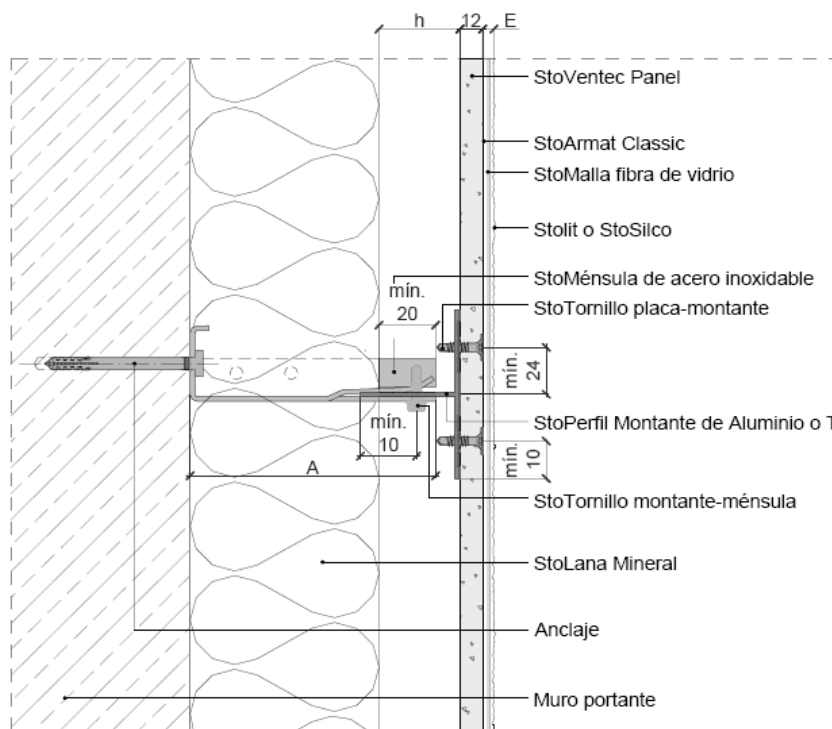
Detalle de remates de esquina.

- Aplacado de panel más revoque. Tipo StoVentec.

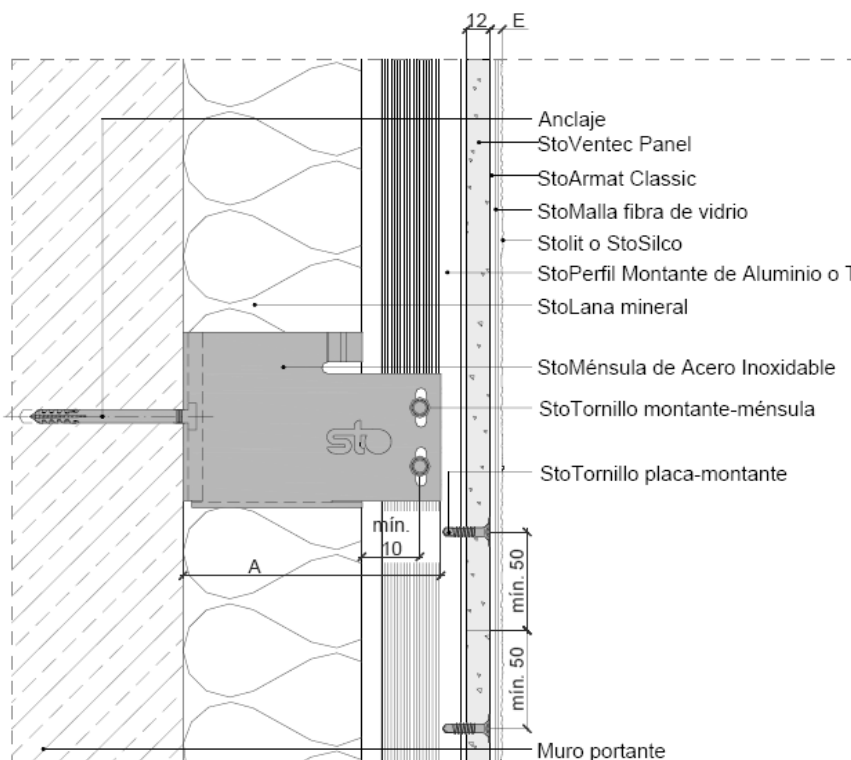


1. Subestructura: StoPerfil de aluminio en T 90/52 y StoMénsula de acero inoxidable.
2. Placa prefabricada de aislamiento térmico StoLana mineral (cámara de aire de 3 cm de espesor).
3. Aplacado soporte del revoco: Panel StoVentec.
4. Capa base armada del revoco exterior: StoArmat classic.
5. Malla de armado del revoco exterior: StoMalla de fibra de vidrio.
6. Capa de acabado decorativo del revoco exterior: Stolit o StoSilco.





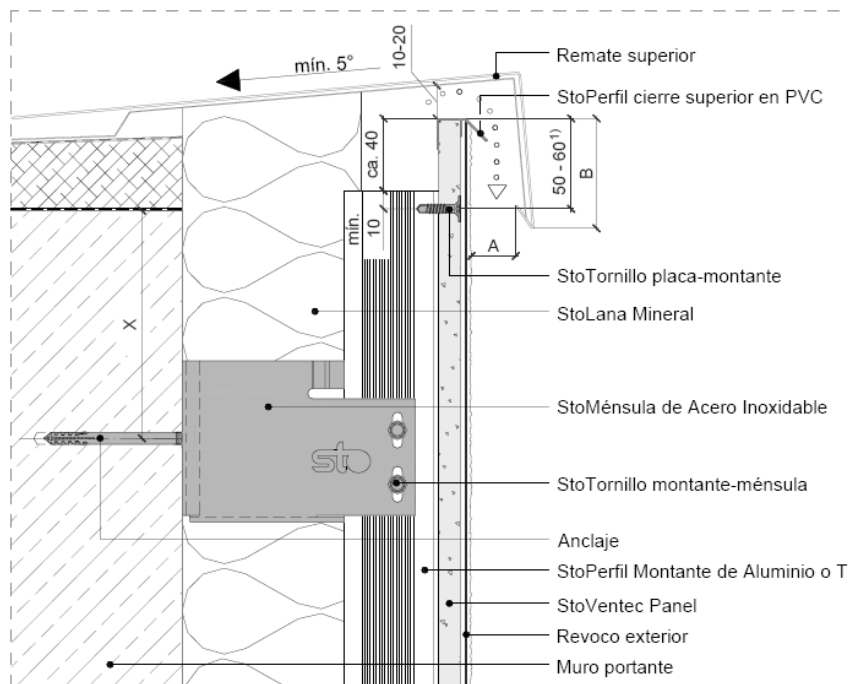
Sección horizontal del encuentro de placas y subestructura (cotas en mm).



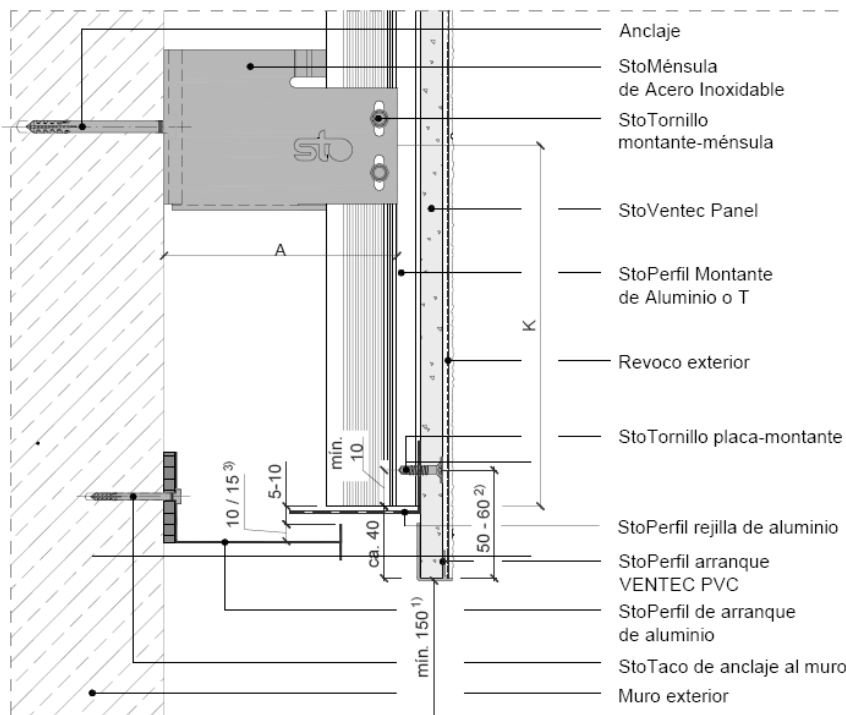
Sección vertical del encuentro de placas y subestructura (cotas en mm).

# LA FACHADA VENTILADA

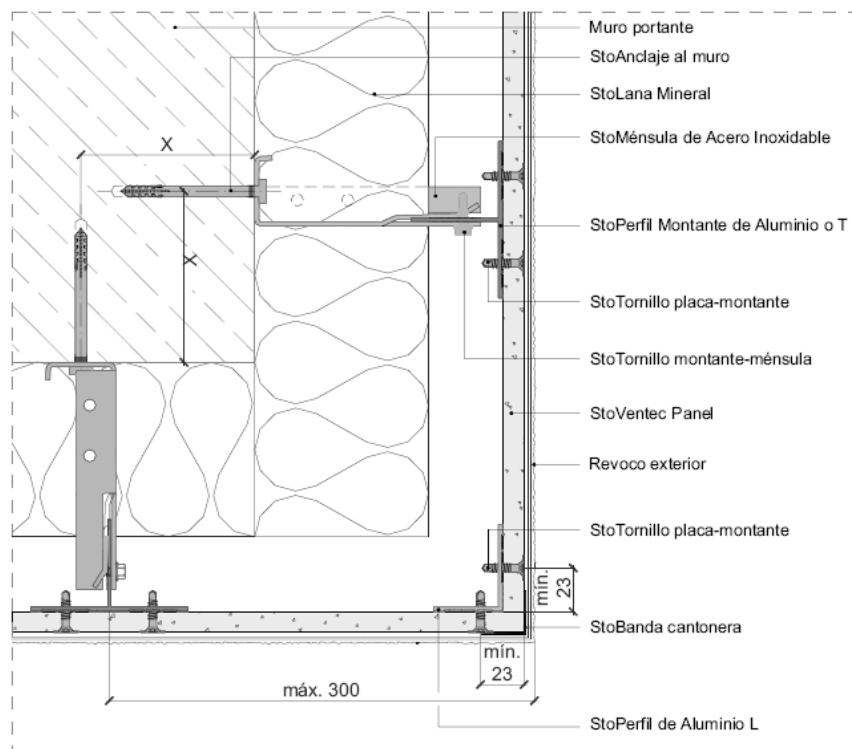
## Su Estudio y Posibilidades



Ejemplo de coronación de fachada (cotas en mm).



Ejemplo de arranque de fachada (cotas en mm).



Ejemplo de remate de esquina

### 12. CONCLUSIONES

En el presente proyecto se ha intentado profundizar, sobre todo de una manera muy práctica, en el sistema de fachada ventilada como opción real a tener en cuenta.

Mediante este estudio monográfico, hemos realizado un viaje a través del tiempo viendo cómo ha evolucionado la construcción en las épocas más significativas. De esta manera se ha podido apreciar que, mientras las soluciones constructivas y las técnicas utilizadas han sufrido grandes cambios, la mayoría de los materiales que se usaban siguen existiendo en la actualidad y se siguen utilizando.

No sucede lo mismo con los materiales compuestos como por ejemplo la arcilla, el hormigón, etc. Éstos si han ido evolucionando, en sus diferentes variedades, para conseguir mejorar sus cualidades y sus características técnicas.

Es más. Actualmente se continúa investigando y es muy probable que dentro de unos años existan materiales que hayan quedado obsoletos y sean sustituidos por otros más propicios.

Gracias ese viaje virtual histórico, hemos podido ver que el concepto de fachada ventilada es un sistema muy novedoso. De hecho no hablamos de sistemas similares hasta finales del siglo XIX, principios del XX mediante la creación del Cavity Wall y el tabique pluvial. La búsqueda de la estanqueidad completa ya se reflejaba en dichos sistemas.

Posteriormente se ha hecho referencia a los componentes que forman la fachada ventilada, desde los más pequeños elementos, pero no por ello menos importantes, hasta las grandes piezas de diferentes acabados.

Se podría decir que el sistema de análisis de los elementos se realiza según su orden de ejecución. Todo ello sin olvidar que hablamos de un conjunto, un sistema, y que todas las partes son importantes y necesarias.

Se ha hecho hincapié en las principales tipologías de hojas interiores más utilizadas y habituales, desde la tradicional hoja de ladrillo, que sigue siendo la más ejecutada, hasta sistemas mucho más novedosos como el entramado o el panel prefabricado.

El objetivo de este elemento siempre será el mismo, es decir, será la base para la sujeción de la subestructura de la fachada y deberá soportar los empujes y acciones que de ella se transmitan. Cabe indicar que la mayoría de esfuerzos se transmitirán al sistema estructural del edificio. Aún así, cuando nos hemos dirigido a esta hoja, lo hemos hecho hoja portante.

En lo que se refiere a las tipologías de estos elementos se podrían haber mencionado algunos más, pero no se ajustaría a la realidad de lo que actualmente se está ejecutando. De hecho ya cuesta ver otros sistemas que no sean el tradicional paramento de fábrica de ladrillo.

Seguidamente hemos hablado de los tipos de anclajes más generalizados. Estos anclajes serán los encargados de transmitir los esfuerzos a la pared portante, lo que indica la importancia que tienen y lo importante que es elegir la tipología correcta. De hecho uno de los pasos que se realizan al replantear la ejecución de cualquier fachada es la de comprobar que los anclajes prescritos en el proyecto son idóneos para el tipo de pared portante. Este paso se verá más necesario en el caso de rehabilitaciones donde hasta que se hace la primera perforación no se sabe a ciencia cierta el tipo de paramento que se va a encontrar.

En este apartado se ha diferenciado entre anclajes puntuales y anclajes para perfilería.

Los primeros son aquellos que no soportan ningún tipo de subestructura y, sobre los cuales, se coloca la pieza de acabado directamente. Existen anclajes puntuales vistos y ocultos. Como hemos visto en el apartado de los materiales de acabado, será aconsejable, cuando trabajemos con piedra natural, utilizar los vistos ya que de lo contrario se tendrá que mecanizar la pieza con el riesgo de roturas y desconchamientos que conlleva.

Los anclajes para perfilería como su propio nombre indica, serán aquellos destinados a fijar los elementos de unión entre la perfilería y la hoja portante.

La siguiente parte a la que se ha hecho referencia es, sin duda, la más importante: La cámara de aire. Es la que, a través de ella, favorecerá la ventilación de la fachada. Es la parte que da el nombre a este sistema constructivo.

También se ha hablado de una parte que proporciona las cualidades que se buscan a la hora de elegir el sistema de fachada ventilada. Este elemento es el aislamiento. Se ha diferenciado entre las principales tipologías que se pueden encontrar en el mercado y que cumplen las funciones térmicas, acústicas y de impermeabilización deseadas (lana de roca, lana de fibra de vidrio, poliuretano y poliestireno).

Sin duda, cabe destacar que, por experiencia propia, por su revestimiento de alta resistencia mecánica y frente al desgarro, y por su trabajabilidad, el aislamiento que aconsejo es el de manta de lana mineral revestida con velo negro en una de sus caras. Hay que considerar que estamos hablando de tipos de fachadas con una vida útil elevada, por tanto la elección de un aislamiento que se deteriore lo menos posible garantizará que las cualidades deseadas también se asemejen más tiempo a las iniciales.

Al desarrollar los tipos de subestructuras y sus componentes hemos diferenciado sus utilidades así como de los materiales en que se pueden presentar.

Como hemos visto, el elemento que une la perfilería a la pared portante mediante los anclajes oportunos, son las ménsulas. Éstas podrán estar fabricadas en aluminio y en acero galvanizado.

Cada obra, cada acabado, nos dirigirá hacia el material que debe formar toda la perfilería.

Cada tipo de material tendrá sus ventajas e inconvenientes. Pero antes de entrar en ese detalle seguiremos hablando de las características de las ménsulas. Las escuadras de acero galvanizado tienen la ventaja de que se pueden presentar mecanizables, es decir, serán ajustables. Formada por dos elementos correderos, se fijarán mediante un tornillo central. Al ser ajustables, éstas, podrán absorber desniveles más grandes en el aplomo de la pared portante. Esto será muy importante en caso de rehabilitaciones ya que estas superficies, muchas veces, con el paso de los años, se han ido degradando y curvando.

Por otro lado, las ménsulas de aluminio, aunque no son mecanizables, se pueden hallar en muchas medidas diferentes. Se ha diferenciado entre sustentación (aquellas que irán sujetas al canto del forjado y que transmitirán la mayoría de las cargas) y retención (van más dirigidas a la función de resistir las fuerzas del viento). La gran ventaja de estas ménsulas es, además de la multitud de formatos que podemos encontrar, su poco peso y resistencia.

Estas ventajas e inconvenientes del aluminio frente al acero galvanizado, se reflejarán en los perfiles que conforman el entramado de la fachada ventilada.

Frente a la multitud de opciones y formas que nos ofrece el acero galvanizado (es más moldeable y las fábricas aceptan hacer perfilera a medida. Este detalle se ha destacado en el apartado de obras ejecutadas ya que, la estructura para la parte de Sto-Ventec en forma de escama de pez, solo nos lo podían hacer empresas que trabajasen el acero galvanizado), pero de un peso superior, se encontrarán los perfiles de aluminio, mucho más ligeros y resistentes. Los perfiles más utilizados en aluminio son los que tienen forma de "T". Éstos permiten la fijación de más de un panel ejerciendo de junta y base para la mecanización. También servirán de soporte de las grapas utilizadas en acabados pétreos y cerámicos, pudiendo permitir cierto juego en la amplitud del ala de la "T" adaptándose así al despiece del acabado. También puede presentarse en forma de "L" o en forma de tubo cuadrado, pero no son tan habituales.

El siguiente elemento que se puede apreciar en el desarrollo de la subestructura son las grapas. Estos elementos son de uso exclusivo en fachadas acabadas con piedra y con cerámica aunque también se podrían utilizar en otros tipos de acabados mediante grapas a tal efecto adaptándose al espesor de los mismos.

El siguiente punto que hayamos en el presente estudio será el de una breve introducción a los acabados más comunes y que, posteriormente, se desarrollarán en el capítulo destinado a ese fin. Simplemente se han descrito las características más destacables de uno y otro acabado.

Solo se describirán los que, a mi parecer, son los más comunes y he ido encontrando durante el periodo de tiempo que las trabajé. Sin duda hay muchos más tipos de acabados pero, como se explicará más adelante, pueden servir perfectamente de representación generalizada de lo que encontraremos en el mercado y pedirán que se ejecute.



Como se explica en el proyecto, y he anotado en el párrafo anterior, en el capítulo de acabados se han descrito los que considero más habituales y que servirán de referencia a otros similares. Para explicar los sistemas utilizados en cada acabado, se ha optado por recurrir a una firma comercial y a su sistema en concreto. Este sistema representará a los de tipos de acabados iguales aunque sean de marcas comerciales distintas.

Por ejemplo. En el caso del estudio del acabado correspondiente a la cerámica, en el proyecto, se describe el sistema Frontek. Este sistema será muy similar, por no decir igual, al utilizado en otras marcas como podrían ser: Faveton, Porcelanosa, etc. Lo mismo ocurriría en el caso desarrollado en el proyecto como Formica. En el mercado podremos encontrar otras marcas como Fundermax o Parklex que tendrán unas soluciones constructivas idénticas al definido en el presente proyecto.

El estudio de los diferentes acabados ha reflejado algunas diferencias significativas entre ellos que podrían decantar hacia uno u otro lado la elección por parte de un futuro cliente.

Antes de observar estas diferencias me gustaría definir unas puntualizaciones que considero importantes.

La fachada ventilada de cerámica tipo Frontek son piezas de cerámica extrusionada que aunque no tienen gran variedad de formatos se puede manipular y cortar a las medidas necesarias. Un detalle destacable es que será aconsejable trabajar siempre con las mismas medidas para cortar las piezas lo menos posible, es decir, replantear de manera adecuada para manipular las piezas solo cuando sea necesario (encuentros con ventanas, cubiertas, etc.) de esta manera se ahorrará tiempo y dinero. Su sistema de fijación a la sub estructura será mediante grapas vistas u ocultas. Este sistema no presenta problemas a la hora de que se elija la opción de grapa oculta ya que la pieza se suministra ranurada y no necesita mecanizarse.

Un caso muy parecido es el sistema tipo Strow. Al tratarse de piezas de piedra natural cualquier mecanización o corte es poco aconsejable y se hará con el máximo cuidado. Por este detalle siempre se recomendará que el sistema de fijación sea visto.

En cuanto a lo que se refiere a la fachada tipo Formica, llama la atención la gran cantidad de acabados que ofrece. Otro aspecto positivo es la manipulación y el corte siempre que se tengan las herramientas adecuadas. Un claro ejemplo es el descrito en el capítulo de obras ejecutadas donde se tuvieron que cortar listones de varias medidas y colores. Otro aspecto positivo es la capacidad de servicio y el material en stock que poseen. Ofrecen plazos de suministro muy bajos en comparación con otros fabricantes. Esto es muy importante si en una determinada obra no prevés bien la cantidad de material o surge algún imprevisto y necesitas en un corto espacio de tiempo.

# LA FACHADA VENTILADA

## Su Estudio y Posibilidades

Antes de comentar lo descrito en los otros acabados, reflejaré en la siguiente tabla los principales pros y contras que podemos encontrarnos a la hora de elegir uno u otro material...

	FRONTEK	STROW	FORMICA	EURONIT	STO-VENTEC
Replanteo	Difícil	Difícil	Dificultad media	Dificultad media	Muy fácil
Tiempo de ejecución	Media	Media	Rápida	Rápida	Lenta
Peso	Pesada	Muy Pesada	Media	Ligera	Muy ligera
Manipulación	Difícil	Muy difícil	Media	Media	Fácil
Mecanización	Difícil	Muy difícil	Media	Media	Fácil
Sustitución de elementos deteriorados o rotos	Difícil	Muy difícil	Fácil	Fácil	Difícil
Mantenimiento	Fácil	Fácil	Muy fácil	Fácil	Difícil
Resistente a la intemperie	Alta	Media	Alta	Media	Alta
Resistente al impacto	Media	Baja	Alta	Media	Muy alta
Impermeabilidad	Alta	Media	Muy alta	Alta	Muy alta
Acabados	Media	Media	Muchos	Media	Muchos
Tipo de fijación	Vista / Oculta	Recomendable vista	Vista / Oculta	Vista / Oculta	---
Precio (aprox)	155,63	Dependerá del acabado	144,79	129,37	105,96

Como se puede observar en la tabla anterior, mediante una visualización rápida, podemos observar las principales características de los diferentes acabados reflejados en el proyecto y la diferencia entre ellos.

El sistema Euronit es un sistema similar al de la formica. Pero estas similitudes solo se centran en el formato y la tipología de la subestructura. El material es totalmente diferente. La Formica, después del corte, no necesita ningún tratamiento posterior, en cambio, las placas Euronit, más concretamente las de tipo Etercolor, necesitan un tratamiento posterior al corte. Este se realiza sobre la superficie del canto cortado y su función es la de cerrar los poros para evitar la intrusión de agua.

Aún así, el sistema Euronit ofrece una gran gama de acabados y un aspecto exterior propio.

Sin duda, el sistema Sto-Ventec, es el sistema que, personalmente, más llama la atención. Se consigue una superficie ventilada con un revestimiento totalmente continuo. Además ofrece un aspecto tradicional (parece una aplicación monocapa) que según que obras así lo requieren. La gama de colores que ofrecen es muy amplia.

Quizás el único pero, en comparación con el resto de acabados descritos, es que además de tener que instalar la subestructura, común en todos los sistemas planteados, la aplicación del revestimiento de acabado pasa por una serie de pasos más: aplicación del revoco, embutido de la malla y realización de la capa de acabado.

Analizando cada sistema descrito, se puede observar que cada uno ofrece una serie de características propias, más rústicos, más innovadores, más ligeros, más pesados, más económicos, menos económicos, etc. Lo que es significativo es que, entre todos, se abarca un amplio abanico de posibilidades para satisfacer cualquier necesidad de cualquier arquitecto o proyectista.

En cuanto a la normativa, no existe ninguna específica que desarrolle el sistema de fachadas ventiladas, por tanto, lo que se propone en el presente proyecto es la adaptación de los Documentos Básicos del CTE a las prestaciones que ofrecen los diferentes sistemas descritos.

Debemos destacar de nuevo en este estudio, el carácter práctico que se le pretende dar ya que todo lo descrito se reflejará en casos reales que deberemos afrontar.

Es por ello que se le da gran importancia al capítulo de puesta en obra ya que se detallarán los pasos a seguir en la confección de la fachada ventilada.

Todos los pasos serán generalizados a la totalidad de sistemas y tendrán su grado de importancia en la consecución de una correcta ejecución. Desde el replanteo a la colocación del acabado exterior.

En el capítulo de experiencia profesional y personal, lo que se ha tratado de reflejar, son varios ejemplos de obras con acabados descritos en el presente proyecto. He tenido la suerte de participar en la ejecución de todas ellas. Son ejemplos vividos donde se muestra de una manera práctica todo lo expuesto a lo largo de estas páginas.

Se viven nervios, desilusiones, imprevistos, pero la satisfacción de concluir la obra correctamente y observar el resultado, hace que valga la pena todo lo pasado.

Debo finalizar las conclusiones como se han empezado. Ofreciendo la fachada ventilada como una solución que mejora el sistema tradicional. Un sistema que garantizará un confort no logrado hasta su implantación. Una realidad en fase de evolución y mejora.

Seguro que se crearan nuevos materiales, más ligeros, con cualidades perfeccionadas,... hasta entonces disfrutemos de las mejoras actuales y de las posibilidades que ofrece este sistema.

### 13. BIBLIOGRAFIA

- LA CONSTRUCCION GRIEGA Y ROMANA. Rafael Marín Sánchez.

Servicio de publicaciones de la UPV. Valencia 2000.

- LA CONSTRUCCION EN LA BAJA EDAD MEDIA. Julián Vicente Magro Moro y Rafael Marín

Sánchez. Servicio de publicaciones de la UPV. Valencia. 1999.

- LA CONSTRUCCIÓN MODERNA.

Warland E.G. Editorial. Gustavo Gili. Barcelona 1947.

- CERRAMIENTOS LIGEROS Y PESADOS EN LOS EDIFICIOS. Antonio Rolando Ayuso.

Biblioteca Técnica Universitaria; número 1. Editorial. Bellisco. Madrid 1999.

- CERRAMIENTOS VERTICALES. Joaquín Garí y Santiago Soto, Editorial Ceac. 2002.

- MANUAL BÁSICO DE FACHADAS VENTILADAS Y APLACADOS REQUISITOS

CONSTRUCTIVOS Y ESTANQUEIDAD. Autor: Eduardo Montero Fernández de Bobadilla.

Editado por Consejería de obras públicas, viviendas y transporte de la comunidad autonómica de Murcia.2007.

- SISTEMA DE ESTRUCTURA PARA FACHADAS DE LADRILLO CARA VISTA. autora.Mª

Concepción del Rio. Artículo de investigación.

- LA FACHADA VENTILADA CON LADRILLO CARA VISTA. Ignacio Paricio Ansuategui. Artículo técnico.

- LOS REVESTIMIENTOS DE PIEDRA. Jaume Avellaneda e Ignacio Paricio. Ed. Bisagra.

- FACHADA VENTILADA Y LIGERA. Ignacio Paricio Ansuategui. Editorial Bisagra.2006.

- EVOLUCION DE LA FACHADA VENTILADA Y PROPUESTA DE FUTURO. Cristina Pardal,

Ignacio Paricio. Publicación del departamento de Construcciones arquitectónicas de la escuela de Arquitectura del Vallés y Escuela de Arquitectura de Barcelona.2006.

- CATALOGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CTE. Instituto Eduardo Torroja de

ciencias de la construcción con colaboración de CEPCO y AICIA.2008

#### · CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION. CTE.

DB-HS Salubridad

DB-HE Ahorro de energía

DB-HR1 Protección frente al ruido

DB-HS1 Protección frente a la humedad

DB-SI2 Seguridad en caso de incendio

#### · PROVEEDORES DE INTERÉS

GRECO GRES

<http://www.isover.es/>

FORMICA

<http://www.formica.eu/es/>

EURONIT

<http://www.euronit.es/>

BATEIG

<http://www.bateig.com/>

STO IBERICA

<http://www.sto.es/>

SB FIJACIONES

<http://www.sbfijaciones.com/>

ISOVER

<http://www.isover.es/>



### 14. AGRADECIMIENTOS

*A mi familia...*

*Sin ellos, sin su paciencia y apoyo, no hubiese  
sido posible llegar hasta aquí.*

*Un nuevo comienzo...*